

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

RONIVALDO STEINGRABER

**INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE: O PAPEL DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO  
PARA A INDÚSTRIA BRASILEIRA**

CURITIBA

2009

RONIVALDO STEINGRABER

**INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE: O PAPEL DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO  
PARA A INDÚSTRIA BRASILEIRA**

Tese apresentada como requisito para obtenção  
do grau de Doutor, no Curso de Pós-Graduação  
em Desenvolvimento Econômico da Universidade  
Federal do Paraná - UFPR

Orientador: Professor Doutor Flávio de Oliveira  
Gonçalves

CURITIBA

2009

Para minha amada esposa,  
Jacqueline,  
Incentivadora  
deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Ariovaldo e Elizabeth, que estiveram presentes nessa jornada.

Aos meus sogros, Nereu e Maria Inez, pelo apoio e paciência.

Ao meu orientador, Flávio de Oliveira Gonçalves, pelas sugestões e discussões sempre proveitosas.

Ao meu colega Marco Túlio pelas discussões sobre o modelo de regressão multinível.

A equipe de Estatística do IPEA pelo apoio em Brasília e Rio de Janeiro, principalmente ao Eric Damasceno pelo tratamento dos dados e estimativa do modelo no SAS.

A Professora Maria de Lourdes Stein (Malu) que revisou esta Tese. Erros que eventualmente persistirem, após a correção, são de minha responsabilidade.

## RESUMO

O foco central deste estudo está na relação entre produtividade e inovação na indústria brasileira. A determinação da produtividade da empresa envolve diversos fatores econômicos e externos relacionados aos valores apurados na função de produção considerada. A inovação é um dos fatores de aumento da produtividade, mas sua determinação depende de fatores microeconômicos da empresa e da sua relação com fatores externos. Tais fatores externos à empresa são de natureza econômica (como as características tecnológicas e locais da indústria) e social (como a presença de instituições e o estabelecimento de uma rede social entre a empresa e os demais atores do ambiente – processo denominado de capital social). Destaca-se que o processo de inovação é sistêmico, pois envolve a interação da empresa com as instituições e a formação de capital social. A definição do papel das instituições no processo de inovação é analisada, percebe-se que a definição de instituição na economia é abrangente e inclui deste atores sociais, como universidades e governo, até regras e costumes. Busca-se inicialmente definir o termo instituição em conformidade com a teoria schumpeteriana, neste sentido, trata-se instituição os atores sociais necessários ao processo de inovação, principalmente, na geração e difusão de conhecimento (tecnológico) que é o insumo básico para a inovação na empresa. A busca pela empresa por novas informações e conhecimentos passa pela articulação com as instituições na formação e lapidação do conhecimento em novos produtos, processos ou formas organizacionais com valor econômico. Esta articulação entre empresas e instituições é denominada de capital social e representa a densidade e abrangência da relação entre os atores econômicos e sociais no processo de inovação. Microeconomicamente, o aumento de produtividade da empresa é relacionado com as suas competências. Estas competências estão relacionadas com a capacidade de inovação, como o capital humano e a presença de inovação (em produto, processo ou organizacional), além de fatores ligados à escala e a presença de investimentos. Todavia, o processo de inovação não se resume à empresa, mas também assume contornos mesoeconômicos na fronteira da indústria. As diferenças mesoeconômicas de produtividade e inovação refletem diferenças de concentração, acesso ao comércio internacional e presença de trajetórias tecnológicas específicas para cada indústria. As diferenças de concentração dizem respeito ao tamanho do mercado e sua relação com a presença de grandes empresas, mais propensas a inovar, mas também são formadas por concentrações geográficas, na medida em que o limite espacial determina a extensão do capital social e desta forma, o acesso às competências para inovar e a influência das instituições. Empiricamente, estima-se um modelo multinível que capta a influência setorial e das instituições sobre a produtividade das empresas industriais brasileiras no ano de 2005, por meio da capacidade de inovação das mesmas. O modelo multinível estimado possui dois níveis, o primeiro nível considera as competências internas da empresa explicando a sua produtividade, identificada por meio da produtividade total dos fatores (PTF) do resíduo de Abramovitz (da contabilidade social). O segundo estágio relaciona a influência das instituições e do capital social sobre o primeiro nível. O modelo multinível completo, em uma única equação a ser estimada, ainda apresenta a influência os coeficientes aleatórios que captam a influência do agrupamento articulado no modelo, no caso estimado, este agrupamento é a indústria. Os

resultados mostram a influência das instituições e do capital social da indústria sobre as competências internas das empresas e sua produtividade, delineando a presença de sistemas setoriais de inovação na economia brasileira.

Palavras chave: Inovação sistêmica, Instituições, Capital social, Sistema setorial de inovação, Produtividade, Indústria brasileira.

## **ABSTRACT**

The central focus of this study is the relationship between productivity and innovation in Brazilian industry. The determination of the productivity of the company involves several economic and external factors related to the values determined in the production function considered. Innovation is one of the factors of increased productivity, but its determination depends on microeconomic factors of the company and its relationship with external factors. Such factors outside the firm are of economic nature (such as technological features and local industry) and social (the presence of institutions and the establishment of a social network between the company and other actors in the environment - a process known as social capital). It is noteworthy that the process of innovation is systemic, because it involves the company's interaction with the institutions and social capital formation. The definition of the role of institutions in the innovation process is examined, one realizes that the definition of institutions in the economy is comprehensive and includes this social actors such as universities and government, beyond rules and customs. The aim is to initially define the term institution in accordance with the Schumpeterian theory, in this sense, this institution is the social actors needed to the innovation process, especially in the generation and dissemination of (technology) knowledge which is the basic input for innovation in the company. The search for the company by new information and knowledge is the articulation with the institutions in the formation and elaboration of knowledge into new products, processes or organizational forms with economic value. This cooperation between enterprises and institutions is called social capital and represents the density and extent of the relationship between economic and social actors in the innovation process. Microeconomics, increased productivity of the company is related to their skills. These skills are related to the capacity for innovation, such as human capital and the presence of innovation (in product, process or organizational) as well as factors related to the presence of scale and investment. However, the process of innovation is not restricted in the company but also takes on the border of industry. Meso-economic differences of productivity and innovation reflect differences in concentration, access to international trade and the presence of specific technological trajectories for each industry. The concentration differences are related to market size and their relation to the presence of large companies more likely to innovate, but are also formed by geographic concentrations, when the extent that the ceiling space determines the extent of social capital and thus access to skills to innovate and influence the institutions. Empirically, it is estimated a multilevel model that captures the influence of industry and institutions on the productivity of industries in Brazil in 2005, through the innovative capacity of the same. The multilevel model estimated has two levels, first level

considers the internal powers of the company explaining their productivity, identified by means of total factor productivity (TFP) of the residue of Abramovitz (by social accounting). The second stage relates the influence of institutions and social capital on the first level. The full multilevel model, in a single equation to be estimated, still shows the influence of random coefficients that capture the influence of the group articulated in the model, if estimated, this grouping is the industry. The results show the influence of institutions and social capital of industry over the powers of domestic firms and their productivity, outlining the presence of sectoral innovation systems in the Brazilian economy.

Key words: Systemic innovation, Institutions, Social capital, Sectorial system of innovation, Productivity, Brazilian industry.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NA FIRMA SCHUMPETERIANA .....	19
1. INTRODUÇÃO .....	20
2. INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE .....	22
3. A EMPRESA NA TEORIA SCHUMPETERIANA.....	27
3.1 O progresso tecnológico.....	29
3.2 Capacidade de absorção tecnológica da empresa.....	34
4. CONCLUSÃO .....	41
EMPRESA E INSTITUIÇÕES NA TEORIA SCHUMPETERIANA: INFLUÊNCIAS DO AMBIENTE ECONÔMICO E SOCIAL SOBRE O COMPORTAMENTO INOVADOR E O PROGRESSO TECNOLÓGICO .....	48
1. INTRODUÇÃO .....	50
2. O AMBIENTE SOCIAL.....	52
2.1 Instituições.....	52
2.2 Capital social .....	57
3. A ESTRUTURA ECONÔMICA.....	63
3.1 Comércio internacional .....	63
3.2 Trajetória tecnológica .....	67
3.3 Concentração de mercado .....	70
4. CONCLUSÃO .....	75
CONDIÇÕES ECONÔMICAS E INSTITUCIONAIS DO PROCESSO DE INOVAÇÃO: PROPOSTA DE UM MODELO SISTÊMICO DE INVESTIGAÇÃO DO PROGRESSO TECNOLÓGICO E O DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA .....	84
1. INTRODUÇÃO .....	85
2. TEORIA DE BASE .....	86
2.1 O Sistema Nacional de Inovação (SNI) .....	88
2.2 O Sistema Setorial de Inovação (SSI) .....	92
2.3 O Sistema Regional de Inovação (SRI).....	94
2.4 Sistema Tecnológico (ST) .....	97
3. AS INSTITUIÇÕES E A EMPRESA INOVADORA.....	98
4. FATOS ESTILIZADOS.....	104
4.1 Existe um padrão tecnológico brasileiro? .....	104
4.2 Existem diferenças setoriais no processo de inovação? .....	108
4.3 A distribuição regional da inovação no Brasil é uniforme? .....	113
4.4 Quais as competências internas das empresas inovadoras no Brasil? .....	114
5. CONCLUSÃO .....	118
EVIDÊNCIAS DE SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO: INOVAÇÃO, INSTITUIÇÕES E CAPITAL SOCIAL NA DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA NO ANO DE 2005 .....	131
1. INTRODUÇÃO .....	133
2. A DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DAS FIRMAS EM DOIS NÍVEIS DE ANÁLISE - A FIRMA E O SETOR.....	136
2.1 A produtividade na firma.....	136
2.2 A produtividade no setor.....	142
3. RESULTADOS.....	147
3.1 Impacto setorial na PTF das empresas na indústria brasileira .....	150



4. CONCLUSÃO .....	160
DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE NAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS SETORIAIS .....	172
1. INTRODUÇÃO .....	173
2. A CAPACIDADE DE INOVAÇÃO DA EMPRESA .....	176
3. POR QUE AS EMPRESAS NÃO POSSUEM A MESMA PRODUTIVIDADE?..	183
4. O MODELO DE DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE ENTRE OS SETORES	190
5. O MODELO DE REGRESSÃO MULTINÍVEL PARA ESTIMATIVA DA PTF ....	194
6. RESULTADOS .....	198
7. CONCLUSÃO .....	205
2. CONCLUSÃO GERAL .....	213

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1: DISTRIBUIÇÃO DOS GASTOS EM P&D EM PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO ENTRE OS ANOS DE 2004 E 2007 (EM PERCENTUAL) .....	105
TABELA 2: DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM RELAÇÃO À INOVAÇÃO NO ANO 2000 .....	109
TABELA 3: CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM RELAÇÃO À CAPACIDADE DA INOVAÇÃO NO ANO 2000.....	117
TABELA A.1: INOVAÇÃO EM PRODUTO E PROCESSO NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS NO ANO DE 2005 .....	124
TABELA A: DIFERENÇAS SETORIAIS NA DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS NO ANO DE 2005 .....	168
TABELA B: RESULTADOS DOS EFEITOS FIXOS NO PRIMEIRO NÍVEL .....	171
TABELA 1: RESULTADOS DA ESTIMATIVA DOS EFEITOS FIXOS DO PRIMEIRO NÍVEL.....	198
TABELA 2: RESULTADOS DA REGRESSÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM DOIS NÍVEIS.....	201
TABELA 3: SETORES COM IMPACTO NA PTF .....	206

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PERCENTUAL DE GASTOS EM P&D EM RELAÇÃO AO PIB DE PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO DE 2005 A 2008 .....	104
GRÁFICO 2: NÚMERO DE PESQUISADORES DE P&D TECNOLÓGICO POR MIL HABITANTES EM PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO DE 2005 ATÉ 2008.....	106
GRÁFICO 3: PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NO NÚMERO DE PUBLICAÇÕES INTERNACIONAIS E LATINOAMERICANAS ENTRE OS ANOS DE 1981 E 2006 (PERCENTUAL) .....	107
GRÁFICO 4: DISTRIBUIÇÃO POR ÁREAS DE CONHECIMENTO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM PERIÓDICOS INTERNACIONAIS INDEXADOS NO ANO DE 2006 .....	108
GRÁFICO 5: DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DO PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E EM PROCESSO NO BRASIL NO ANO DE 2005	110
GRÁFICO 6: DISTRIBUIÇÃO DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA NO ANO DE 2007.....	112
GRÁFICO 7: PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E PROCESSO NAS REGIÕES E PRINCIPAIS ESTADOS BRASILEIROS NO ANO DE 2005.....	113
GRÁFICO 8: PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E PROCESSO POR FAIXA DE TAMANHO DAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS NO ANO DE 2005.....	
GRÁFICO 1: HISTOGRAMA E ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA PTF ENTRE OS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS NO ANO DE 2005 .....	148

## LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: COMPETÊNCIAS INTERNAS E EXTERNAS DA INOVAÇÃO SISTÊMICA DA TEORIA SCHUMPETERIANA.....	41
QUADRO 1: IMPACTO DAS CARACTERÍSTICAS SETORIAIS E INSTITUCIONAIS SOBRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO.....	74
QUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO. ....	90
QUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES (RESÍDUO).....	192

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: SISTEMA DE INOVAÇÃO MACRO (NACIONAL).....	88
FIGURA 2: SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO.....	93
FIGURA 3: SISTEMA REGIONAL DE INOVAÇÃO.....	95
FIGURA 4: CLASSIFICAÇÃO DA DOS REGIMES TECNOLÓGICOS POR SETOR DE PAVITT (1984).....	102
FIGURA A.1: DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E EM PROCESSO NOS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS NO ANO DE 2005.....	126
Figura 1: SSI da indústria brasileira.....	163

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo dos determinantes do crescimento econômico evoluiu na Economia nas últimas décadas. A visão quantitativa de que a variação da taxa de capital físico e do crescimento populacional eram os fatores predominantes do processo de crescimento se concentrou mais nas explicações baseadas em fatores qualitativos, como a presença de capital humano e de capital social, o crescimento da produtividade e a disponibilidade de inovações e do avanço científico e tecnológico.

A capacidade de geração de inovações da economia vai igualmente ao encontro da idéia de que as condições de competição da economia deslocaram-se para a economia do conhecimento<sup>1</sup>. Neste novo conceito a competição econômica é determinada por fatores dinâmicos e não mais estáticos, como a qualidade e a diferenciação dos produtos e não apenas o preço respectivamente.

Uma série de novas estatísticas de inovação foi disponibilizada no Brasil a partir do ano 2000, por meio da PINTEC<sup>1</sup>. Vários estudos avançaram na análise dos determinantes da capacidade de inovação da indústria brasileira nos últimos anos<sup>2</sup>. Este estudo tem o objetivo de contribuir com este debate, acrescentando algumas discussões da literatura schumpeteriana ao contexto empírico desenvolvido.

Neste sentido, uma revisão dos determinantes da inovação da literatura schumpeteriana é realizada. Por meio desta revisão, os fatores que explicam o processo de inovação são identificados, para mais adiante, explicarem a capacidade de inovação e produtividade das empresas industriais brasileiras no modelo empírico.

O desenvolvimento do modelo exigiu uma revisão do conceito de inovação na empresa e no ambiente externo. Geralmente, a análise do processo de inovação é realizada sem juntar estes dois focos de investigação. Percebeu-se que a abordagem teórica adotada exige uma visão sistêmica da inovação, por meio das condições microeconômicas e institucionais da inovação na economia.

Por meio da análise das condições externas do processo de inovação, foram identificados fatores econômicos e não econômicos. Os fatores econômicos estão ligados à tradição de análise do comércio internacional, das características setoriais

---

<sup>1</sup> Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica do IBGE, disponível nos anos de 2000, 2003 e 2005.

<sup>2</sup> Entre os principais estudos pode-se destacar Negri e Salerno (2005) e Negri, Negri e Coelho (2006).

da indústria, como a sua distribuição territorial e particularidades tecnológicas. Os fatores não econômicos são eminentemente sociais<sup>3</sup> e são costumeiramente donominados de fatores institucionais. Uma análise mais profunda do tema é considerada em razão da recolocação do conceito de instituição e da aplicação do conceito de capital social<sup>4</sup> na literatura teórica adotada. Antonelli (1999) aponta que o processo de inovação é responsável pela formação e também é moldado pela mudança estrutural da economia que passa por uma mudança nas instituições que governam o gerenciamento do conhecimento na sociedade. Em outras palavras, a inovação é percebida dentro de um sistema que é dinâmico e não permite a aplicação de condições exógenas de mudança técnica ou alteração das instituições no modelo teórico analisado, pois a condição de inovação da empresa é tão importante quanto o contexto geral envolvido no desenvolvimento da mesma.

A definição do sistema de inovação passou pela análise do tema na literatura schumpeteriana. Quatro focos sistêmicos da inovação foram identificados e seus traços e diferenças foram estabelecidos<sup>5</sup>. O foco setorial foi o escolhido em razão da disponibilidade maior de dados para o setor industrial, o que facilitou o desenvolvimento do modelo empírico.

Novas técnicas empíricas foram apresentadas nos últimos anos no campo da microeconometria da inovação, incorporando variáveis econômicas e sociais determinantes do processo de inovação, sob a forma de análises de agrupamentos (níveis hierárquicos ou multiníveis) e painéis. Apesar da revisão da literatura de investigação econométrica da inovação não estar presente neste trabalho (mais por uma questão de espaço), o foco verificado na literatura econômica foi do uso de dados em painel. Todavia, optou-se pela utilização do modelo de regressão multinível neste trabalho, apesar do mesmo ser ainda pouco utilizado na economia<sup>6</sup>. A vantagem da utilização do modelo escolhido reside na sua capacidade de adoção

---

<sup>3</sup> A análise é social, pois o foco de investigação é sobre a oferta. Com o avanço da análise da demanda, fatores psicológicos e antropológicos certamente ganharão espaço na literatura da economia da inovação.

<sup>4</sup> Define-se capital social como a rede de relacionamento entre os atores envolvidos com o processo de inovação, bem como as normas e valores presentes na sociedade e que moldam o progresso tecnológico, na medida em que definem o padrão de pesquisa, uso e disseminação da tecnologia. Os atores do processo de inovação envolvidos pelo capital social podem ser empresas ou instituições. A finalidade destes atores pode ser a aplicação do conhecimento sob a forma de inovações ou o desenvolvimento do conhecimento (como as universidades).

<sup>5</sup> Os sistemas de inovação são analisados em quatro situações que consideram características particulares da inovação na economia: nacional, regional, setorial e tecnológico.

<sup>6</sup> O que também justifica a não revisão da literatura empírica sobre inovação neste estudo, já que o modelo adotado não é usualmente utilizado nestes estudos.

de variáveis externas controladas endogenamente pelo agrupamento escolhido que neste caso é o setor industrial, caso contrário, em um modelo de dados em painel, o controle seria realizado pela utilização de variáveis *dummies* para os setores industriais em sobreposição aos controles microeconômicos e institucionais da inovação considerados no modelo sistêmico desenvolvido.

O desenvolvimento do campo econométrico da inovação foi possível graças à formação de bancos de dados relacionados às características do processo de inovação nas atividades da indústria. Esforços na definição da atividade de inovação e sua mensuração tiveram impulso após a edição dos Manuais de Oslo (OCDE, 2005).

O modelo é construído a partir do cruzamento de dados da PINTEC com outras pesquisas industriais, como a Pesquisa Industrial Anual (PIA), comércio exterior da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), mercado de trabalho na Relação Anual de Indicadores Sociais (RAIS) e patentes levantadas pelo Instituto Nacional de Propriedade Intelectual (INPI).

Por outro lado, a literatura ortodoxa, representada por estudos alinhados na teoria neoclássica, bem como os modelos de crescimento endógeno e dos ciclos reais de negócio, apresentou contribuições na importância do capital humano para o processo de inovação. Além de identificar que a inovação é um importante elemento para o crescimento econômico e que a mesma depende do desenvolvimento institucional para sua viabilidade econômica.

Apesar da utilização de termos comuns à literatura schumpeteriana e suas vertentes, bem como da literatura institucionalista, as contribuições de inspiração neoclássica não estão alinhadas ao pensamento heterodoxo aqui considerado. Primeiramente, a identificação de que o aumento da produtividade da economia é causado pelo processo de inovação pode não ser verdadeiro. Vários fatores além do progresso tecnológico contribuem para o aumento da produtividade das empresas. A observação destes fatores é impossibilitada pela utilização da função de produção na forma agregada, desconsiderando as características microeconômicas da empresa inovadora. O contexto institucional é igualmente subestimado nesta teoria e a influência social sobre a geração de conhecimento tecnológico e a capacidade de inovação das empresas são desconsideradas.

A análise de que a inovação depende do acúmulo de capital físico e humano nos modelos de crescimento endógeno ilustram bem este argumento. O capital físico e humano incorporam o conhecimento tecnológico e possibilitam o desenvolvimento de inovações nas empresas. O problema da inovação é, neste ponto de vista, uma decisão de investimento da empresa, limitado pela demanda existente no mercado e suas características.

Por outro lado, a formação de capital humano depende de fatores sociais, como políticas públicas de educação e a capacidade de atuação de instituições, como as universidades. O contexto social de forma mais ampla é igualmente importante, todavia, a formação de capital social é a principal forma de indução do processo de inovação pelo capital humano. A identificação da existência de capital humano na sociedade ou nas empresas, por meio da evolução da sua produtividade, não responde ao problema de como a inovação se desenvolve, torna-se importante destacar os canais que possibilitam à empresa formar ou atrair este capital humano, pois a forma como a inovação é desenvolvida é diferente de empresa para empresa e de setor para setor da economia.

Este é o principal problema da metodologia de análise da inovação na teoria neoclássica: a determinação da produtividade da empresa (ou da economia) responde pouco pela situação da empresa ser inovadora ou não, pois a inovação nasce de fatores específicos e articulações particulares com o ambiente institucional. A produtividade da empresa é analisada evitando-se a generalização de que ela é função do aumento do uso da tecnologia na função de produção da empresa.

A crítica de que o resíduo da função de Solow é na verdade o resultado da ignorância da economia ortodoxa em explicar como a empresa desenvolve, aplica ou usufrui da tecnologia, espelha a falácia de que a produtividade total dos fatores é o progresso tecnológico da economia, sendo o mesmo que a introdução de inovações (no caso da função de produção da empresa). Esta conexão só pode ser feita considerando-se a trajetória pela qual a empresa trilhou para inovar. A produtividade da empresa é dependente do processo de inovação da mesma, porém, necessita-se provar como esta dinâmica acontece. Assumindo-se a relação como um pressuposto do modelo, recorre-se a uma falácia de generalização indevida.

Pelo lado da teoria schumpeteriana, verifica-se falta de estudos de inovação com a explicação da produtividade da empresa, tal como a teoria da produtividade

total dos fatores pelo resíduo de Solow. O cálculo da produtividade da empresa é uma importante ferramenta empírica que mostra o esforço produtivo da economia e explica por que existem diferenças na capacidade de inovação entre as empresas e as indústrias. A análise da produtividade da empresa dentro da visão schumpeteriana de inovação mostra-se uma rica estratégia de explicação do papel das instituições no processo de inovação da economia ao induzirem a inovação a partir de ganhos de produtividade. A determinação da produtividade da empresa deve ser enriquecida pelos fatores sistêmicos da inovação, com ressalva para as críticas pertinentes ao cálculo da produtividade da empresa em uma função de produção, como destacam Felipe e MacCombie (2007), que devem ser observadas e validadas no modelo.

Mesmo assumindo-se as críticas heterodoxas ao cálculo da produtividade, esta pode ser incorporada na análise do processo de inovação na teoria schumpeteriana analisada. Para tanto, as características do processo de inovação devem ser consideradas. Estas características inerentes à inovação não são consideradas de forma específica neste estudo. Em função da simplificação assumida, diferenças de inovação em produto, processo ou organizacional não serão consideradas em particular. Assume-se que a empresa inovadora pode apresentar inovações em qualquer uma das áreas citadas anteriormente. Não se assume o grau qualitativo da inovação que pode ser incremental (nova para a empresa, mas não para o mercado) ou radical (nova para o mercado nacional ou internacional). Assume-se que qualquer tipo de inovação classifica a empresa como inovadora, independentemente do tamanho e impacto da inovação. Estudos futuros podem explorar as diferenças da inovação no contexto introduzido nesta pesquisa, ampliando o entendimento do impacto do processo de inovação em função da sua taxonomia.

A rotina de inovação da empresa inclui características organizacionais e de processo, além da relação com as instituições e atores externos. Ela é igualmente influenciada pela trajetória da tecnologia na indústria, o que torna perceptível a diferenciação (heterogeneidade) entre as empresas. Esta diferenciação nasce da característica de que a decisão de inovar depende da percepção das oportunidades visualizadas pela empresa. As oportunidades variam conforme a situação apresentada pela empresa, principalmente em função do conhecimento tecnológico



ser cumulativo e tácito, impondo um regime de dependência da empresa em relação às suas condições históricas, em função da situação da tecnologia (estado da arte) no setor (indústria). A trajetória de dependência da inovação na empresa é originada nas diferenças de acúmulo dos fatores físicos e dos fatores de absorção da tecnologia.

A hipótese central deste trabalho reside no fato de que o processo de inovação é setorial e não apenas microeconômico. A presença de instituições e de capital social, bem como as próprias diferenças entre as indústrias, determinam a capacidade de inovação das empresas, na medida em que explicam a formação dos incentivos e oportunidades tecnológicas em função da trajetória específica de cada setor industrial.

A importância da inovação nos setores industriais mostra que o debate sobre o processo de inovação e a formação de políticas públicas ainda possui muito campo para avançar, o que justifica a escolha deste tema e abre uma importante agenda de pesquisa relacionada à taxonomia setorial da intensidade tecnológica na indústria brasileira.

A parte empírica do modelo é marcada pela escolha do modelo de regressão que permite a análise de diferenças setoriais sobre as características econômicas que explicam a produtividade da empresa. Os dados disponíveis para a indústria brasileira estão reunidos no banco de microdados do IBGE. Por meio de um projeto junto ao IPEA e Observatório da Inovação, o modelo foi aceito para realizar suas estimativas no referido banco de microdados.

O modelo de regressão multinível é mais comum nas Ciências Sociais, em especial para estudos sobre a educação. Sua forma de apresentação é muito próxima dos modelos econométricos de dados em painel. A diferença reside na determinação dos agrupamentos sobre o comportamento individual<sup>7</sup>.

As variáveis setoriais, como características da indústria ou de suas instituições (financiamento público, universidades, entre outras) entram no segundo nível da regressão. O primeiro nível considera apenas a produtividade total dos fatores de cada empresa pelo setor industrial em função das características da

---

<sup>7</sup> No caso dos estudos sobre educação esta influência é específica: o rendimento individual do aluno depende da turma, escola ou região onde o aluno está inserido.

empresa. A formação de duas equações separadas em níveis diferentes se aproxima de um modelo econométrico de estágios. A diferença reside na colocação do segundo nível diretamente na primeira equação. As variáveis setoriais apresentam influência sobre as características da empresa, desta forma, os parâmetros mostram a elasticidade das variáveis de controle em relação à sensibilidade das características da empresa sobre a sua produtividade.

O uso de um modelo multinível (hierárquico) é também justificado em função das diferenças de produtividade verificadas entre os setores analisados da indústria brasileira. Tais diferenças influenciam a produtividade individual das empresas no nível microeconômico.

Este estudo é composto por cinco artigos. Por esta razão, a utilização precisa das normas da ABNT ficou comprometida, principalmente em relação à numeração de tabelas e gráficos que são independentes em cada artigo e não seguem uma sequência ao longo da Tese.

O primeiro artigo analisa a produtividade das empresas em função da inovação e mostra que a simples determinação da produtividade total dos fatores não explica o comportamento inovador da empresa. Tal relação deve ser explicada por outras características da empresa, denominadas de competências (ou *capabilities*). A relação entre estas competências e a produtividade é traçada com o intuito de explicar a produtividade e principalmente as diferenças de produtividade entre as empresas.

O segundo artigo analisa o ambiente externo necessário para o desenvolvimento do processo de inovação. Verifica-se que fatores institucionais e a formação de capital social, bem como características econômicas da indústria, como o comércio exterior, a concentração de mercado e a situação tecnológica são importantes mecanismos de determinação do processo de inovação no nível da empresa.

O terceiro artigo analisa o papel dos sistemas de inovação. A presença de instituições molda o processo de inovação como algo sistêmico. Percebe-se que a empresa de maneira isolada não é capaz de inovar ou de promover a geração e difusão de conhecimento tecnológico. O processo de inovação sistêmico conduz ao envolvimento dos atores sociais e as conexões estabelecidas entre as empresas

para inovar no seu foco de análise. A verificação de fatos estilizados é apresentada neste artigo, com o intuito de identificação de padrões e diferenças no foco de análise do processo de inovação no Brasil e na indústria brasileira.

O quarto artigo analisa os resultados aleatórios do modelo geral estimado. Este artigo originalmente foi o projeto apresentado ao IPEA e seus resultados confirmam que as variáveis setoriais escolhidas exercem influência sobre as competências das empresas e a determinação da produtividade total dos fatores que mede a produtividade da empresa. Percebe-se que alguns setores são estratégicos para o desenvolvimento da inovação na indústria em razão da maior sensibilidade dos mesmos às variáveis institucionais e setoriais consideradas no modelo.

O quinto artigo analisa a definição do modelo multinível utilizado na sua forma ampla. A apresentação da teoria e do modelo é acompanhada da estimativa da produtividade da empresa em função das suas competências, da influência do setor e da inovação em produto, tido como uma *proxys* do impacto das instituições na produtividade das empresas e sua capacidade de inovação.

## REFERÊNCIAS

ANTONELLI, C (1999). The evolution of the industrial organization of the production of knowledge. Cambridge Journal of Economics, volume 23, p. 243-260.

FELIPE, J; MCCOMBIE, JSL (2007). Is a theory of total factor productivity really needed? Metroeconomica, 58:2, p. 195-229.

NEGRI, JA; SALERMO, MS; CASTRO, AB de (2005). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: NEGRI, JA; SALERMO, MS. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, p. 5-46.

NEGRI, F de (2006). Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra? In: DE NEGRI, JA; DE NEGRI, F; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA.

OECD (2005). Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data. Paris: OECD.

## INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE NA FIRMA SCHUMPETERIANA

### RESUMO

Este artigo busca incorporar a motivação da pesquisa sobre a teoria da firma schumpeteriana em relação ao processo de desenvolvimento de inovações. O estudo das inovações vem aumentando significativamente nos últimos anos, reforçado com novos modelos empíricos. Discutem-se aqui os pressupostos da firma na teoria schumpeteriana, firmados na visão de que a tecnologia é o elemento dinâmico da economia. Todavia, as empresas não dispõem livremente do acesso à tecnologia para o desenvolvimento de inovações. Pelo contrário, as inovações dependem de vários elementos externos e as empresas possuem diferentes níveis de competências para incorporar o progresso tecnológico nas suas rotinas de produção.

**Palavras chave:** Teoria da firma, Teoria shumpeteriana, Inovação, Produtividade, Progresso técnico.

### ABSTRACT

This article seeks to incorporate the motivation of the research on the theory of the firm on the Schumpeterian process of developing innovations. The study of innovation has increased significantly in recent years, reinforced by new empirical models. It discuss the assumptions of the firm in Schumpeterian theory, which perceives the technology as the dynamic element of the economy. However, companies do not have free access to technology for the development of innovations. Rather, the innovations are dependent on several external factors and companies have different levels of expertise to incorporate technological progress in their production routines.

**Key words:** Theory of the firm, Schumpeterian theory, Innovation, Productivity, Technical progress.

JEL: D21, D83, L21, O31, O32.

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo busca analisar a firma schumpeteriana em relação ao processo de desenvolvimento de inovações e debate envolvendo esta agenda de pesquisa. O estudo das inovações vem aumentando significativamente nos últimos anos, reforçado com novos modelos empíricos. Introduce-se a discussão dos pressupostos da inovação na teoria schumpeteriana, já que esta percebe a tecnologia como o elemento dinâmico da economia. Todavia, as empresas não dispõem livremente do acesso à tecnologia para o desenvolvimento de inovações. Pelo contrário, as inovações dependem de vários elementos e as empresas possuem diferentes níveis de competências para incorporar o progresso tecnológico nas suas rotinas de produção.

O foco deste artigo está na análise da produtividade nas empresas. Para tanto, compara-se a produtividade na empresa em função da introdução de inovações. Visualizam-se duas alternativas. A primeira é a análise neoclássica que determina a produtividade por meio do resíduo de uma função de produção. A segunda é a análise schumpeteriana que explica o processo de inovação como dependente de vários elementos (internos e externos) necessários ao sucesso da inovação no mercado, esta teoria se aprofunda na verificação das diferenças entre os atores envolvidos no processo de inovação e não tão somente na sua constatação.

A manutenção destas diferenças é explicada pela necessidade de acúmulo de fatores (*capabilities*)<sup>8</sup> para a empresa inovar e que são apresentados em diferentes formas, de acordo com a estratégia de cada empresa. Algumas competências são de posse das empresas e outras estão fora do controle da mesma, pois pertencem à estrutura institucional voltada ao apoio e desenvolvimento da inovação no mercado e podem incorporar fatores extra-mercado, como o capital social.

A análise dos fatores necessários para o desenvolvimento das inovações e principalmente, do processo de difusão das mesmas no mercado, revela diferenças entre as empresas, setores e regiões. Primeiramente, este artigo busca analisar as características da empresa para inovar, estas características não são

---

<sup>8</sup> O termo *capability* ainda não foi confortavelmente traduzido e pode assumir várias interpretações. Assume-se o conceito de competência aqui como definição do termo *capability*, reconhecendo-se a possível simplificação do termo empregado.

necessariamente iguais em todas as empresas, setores e podem divergir entre países com níveis diferentes de desenvolvimento tecnológico, todavia, elas apresentam certas particularidades inerentes aos incentivos econômicos e pré-requisitos para que a inovação seja incorporada à empresa. Este artigo considera as características da empresa inovadora e suas diferenças entre os agentes econômicos envolvidos com a inovação e a mudança técnica, refutando a possibilidade de uma análise agregada da inovação na economia.

A contribuição desta análise pode ser resumida na definição de um modelo de pesquisa da empresa inovadora. Este é o primeiro passo para a construção de um modelo setorial de inovação e seu impacto na produtividade das empresas industriais brasileiras.

Percebe-se que a mensuração da produtividade total dos fatores (de tradição neoclássica) pode ser desenvolvida em uma análise schumpeteriana, todavia, não de forma agregada. A análise agregada, de acordo com a metodologia utilizada nos estudos neoclássicos, subestima as diferenças entre os agentes econômicos. Estas diferenças no processo de inovação são refletidas na determinação da produtividade das empresas na economia.

Outra verificação reside na explicação da produtividade mensurada e não apenas a sua constatação. A relação entre o aumento da produtividade e o desenvolvimento da inovação é evidente, todavia, esta relação é expressa por vários elementos estratégicos relacionados com a inovação, principalmente, a relação entre os fatores (*inputs*) necessários ao processo de inovação na empresa com as instituições que são determinantes para o sucesso da inovação. Esta relação pressupõe a identificação dos principais atores institucionais relacionados com o processo de inovação nas empresas.

Desta forma, o artigo busca a identificação das competências da empresa inovadora e dos principais atores institucionais presentes no processo de inovação que, como consequência, conduz ao aumento da produtividade das empresas industriais. As conclusões alcançadas subsidiarão futuramente à análise empírica da inovação e sua relação com a produtividade nas empresas industriais brasileiras, identificando os atores e características do processo de inovação no contexto schumpeteriano.

Verifica-se que a causalidade entre produtividade e inovação é interdependente. A introdução de inovações conduz ao aumento da produtividade das empresas e vice versa. Os ganhos de produtividade originados por fatores externos, como o comércio internacional, o aumento da escala de produção, entre outros, podem proporcionar à exploração de novas tecnologias e inovações.

Este estudo assume a direção da inovação explicando a produtividade da empresa. Para tanto, três seções são apresentadas, além desta introdução.

A segunda seção analisa a relação entre o estudo da produtividade e o progresso técnico na economia. Verifica-se que a produtividade é vista como dependente do processo de incorporação de novas tecnologias via inovações, todavia, a mensuração dos ganhos de produtividade é divergente na teoria schumpeteriana em relação à teoria neoclássica.

A terceira seção analisa a teoria da firma schumpeteriana e verifica as características voltadas à inovação na empresa por meio do impacto do progresso tecnológico e da necessidade de absorção do mesmo por parte das empresas. Percebe-se que a empresa, de forma isolada, não produz inovações. O processo de inovação é uma relação entre a empresa e o ambiente e extrapola os limites do mercado, ao incorporar fatores sociais e institucionais na análise do referido processo.

A quarta seção considera algumas conclusões pertinentes ao entendimento da inovação na teoria schumpeteriana<sup>9</sup>.

## 2. INOVAÇÃO E PRODUTIVIDADE

A principal discussão sobre a capacidade de inovação na economia reside no papel da empresa como elemento articulador de transformação do progresso técnico

---

<sup>9</sup> Faz-se necessário comentar aqui que este estudo não faz distinção entre as teorias evolucionária e schumpeteriana, denominando-se apenas de teoria schumpeteriana o eixo de pensamento composto pelos dois grupos. Já o termo neoclássico empregado neste artigo abrange as linhas de pensamento que incorporam a análise de equilíbrio na formulação microeconômica da produção como dependente da tecnologia como fator de impulso da produtividade por meio das inovações, envolvendo deste a utilização da teoria neoclássica de crescimento, bem como as novas teorias do crescimento endógeno e dos ciclos reais de negócios.

presente nas invenções sob a forma de inovações. Este processo consiste na transformação de insumos e de técnicas produtivas (novos ou já conhecidos) em novos processos e produtos.

O ponto inicial da inovação está centrado na empresa. Schumpeter (1949) apresenta o conceito do empresário empreendedor/inovador que se arrisca ao lançar as inovações no mercado, em troca do incentivo de obter lucros extraordinários (o lucro do inovador), alcançados em virtude do monopólio da diferenciação do produto frente aos demais concorrentes.

Os concorrentes perceberão os ganhos adicionais do inovador e o imitarão. Esta relação se repete, na medida em que o processo de imitação está ligado ao processo de inovação em uma sequência. Na visão de Schumpeter esta dinâmica foi denominada de processo de “destruição criativa”. Ela pode ser resumida como a tendência do sistema capitalista de competição por vantagens exclusivas frente aos concorrentes por meio de inovações, conforme duas características distintas. A primeira é a criação das invenções, ainda sem uso econômico, portanto, sem papel ainda definido no processo de diferenciação das empresas. A invenção é externa (exógena) à empresa, visto que a mesma não possui controle sobre o tempo necessário para o advento de uma novidade tecnológica e tão pouco do potencial econômico da referida inovação. Todavia, o progresso tecnológico segue uma tendência (trajetória) e reflete o volume do estoque de conhecimento da sociedade, gerado com base no conhecimento acumulado no passado. A segunda etapa é o processo de inovação, definido como a aplicação econômica da invenção em um novo produto ou processo produtivo, bem como em novas formas organizacionais do negócio, diferenciando a empresa frente aos concorrentes.

A obra de Schumpeter deixou na economia a idéia de que a inovação (a aplicação do progresso tecnológico nas empresas) é a chave do crescimento econômico. Esta idéia é explorada pela literatura evolucionista a partir da obra seminal de Nelson e Winter (1982), cuja idéia central reside no processo de inovação e avanço do conhecimento tecnológico como determinante do crescimento das empresas, das indústrias e das regiões e países.

Outra fonte de investigação sobre o impacto do progresso tecnológico na economia foi desenvolvida por meio dos trabalhos de Solow (1956) e Solow (1957). A principal conclusão do modelo de Solow é que o progresso tecnológico, analisado



por meio do resíduo de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, é o principal componente do crescimento da economia. O resíduo, também denominado de produtividade total dos fatores (PTF), incorpora elementos de tecnologia, mudança organizacional, exploração de ganhos de escala e aprendizado, ou seja, ele engloba todos os elementos que explicam o crescimento do produto menos os fatores de produção empregados.

A principal contribuição dos trabalhos de Solow foi à determinação da produtividade como elemento de incorporação do progresso técnico. Apesar do progresso tecnológico ainda ser tratado como exógeno e seu impacto medido indiretamente, por meio do resíduo do modelo considerado, os estudos de Solow mostram que o aumento do estoque de capital é essencial para o crescimento, pois novas tecnologias estão incorporadas no mesmo.

A mensuração da produtividade nos modelos que usam como medida o resíduo de Solow é cercada de controvérsias. Várias discussões teóricas e empíricas cercaram o desenvolvimento da literatura sobre a produtividade total dos fatores na economia.

As discussões relativas à mensuração da produtividade incluíram desde a definição de capital<sup>10</sup>, até a separação entre os níveis micro e macroeconômico de análise da produtividade e da inovação. A produtividade média obtida na função de produção agregada esconde também que o capital incorpora conhecimento, reflexo de diferenças de trajetórias específicas da tecnologia e da inovação em cada setor da economia e nas próprias empresas.

Uma forma encontrada para minimizar a mensuração agregada da produtividade na economia foi à análise setorial (ou mesoeconômica). Mesmo com a identificação setorial da produtividade, esta ainda contém elementos não identificados que contribuem para o aumento da produtividade.

---

<sup>10</sup> Esta discussão conhecida como “controvérsia do capital”, conforme Cohen e Harcourt (2003), envolveu as duas escolas de economia de Cambridge: a inglesa, com Piero Sraffa, Jon Robinson, Luigi Pasinetti e Pierangelo Garegnani e a norte-americana, com Paul Samuelson, Robert Solow, Frank Hahn e Christopher Bliss. A discussão envolveu a definição do conceito de capital na função de produção agregada. Os pesquisadores de Cambridge no Reino Unido discordavam da forma como seus pares nos Estados Unidos definiram a mensuração agregada do capital, que envolve o valor monetário do capital empregado, todavia, em atividades econômicas diferentes o capital possui utilidades diferentes e assume formas e níveis tecnológicos que são desconsiderados na função agregada.

Muitos estudos empíricos avançaram na determinação e análise do impacto das inovações sobre a indústria e o crescimento econômico. A análise passou a se concentrar nos fatores determinantes da inovação (*input* para inovação) e nas consequências da inovação sobre os agentes econômicos, ou como o produto (*output*) da inovação gera vantagens, como uma maior produtividade ou o aumento das vendas.

Estudos com o intuito de definir medidas de inovação apontaram que sua identificação não é diretamente observável, além de ser complexa e de influenciar as medidas de produção e produtividade. O Manual de Oslo (OCDE, 2005)<sup>11</sup> aponta a necessidade de identificação dos fatores críticos da inovação na atividade econômica, nas palavras do manual:

In order to develop policies that support innovation appropriately, it is necessary to better understand several critical aspects of the innovation process, such as innovation activities other than R&D, the interactions among actors and the relevant knowledge flows. Policy development also requires further advances in the analysis of innovation, which in turn requires obtaining better information (OCDE, 2005, p. 10).

O objetivo de identificação da inovação como uma atividade complexa pode ser visto na versão de 2005 do manual (OECD, 2005) que aponta:

(...) the role of linkages with others firms and institutions in the innovation process. Second, it recognises the importance of innovation in less intensive R&D-intensive industries, such as services and low-technology manufacturing. This edition modifies certain aspects of the framework (such as definitions and relevant activities) to better accommodate the services sector. Third, the definition of innovation is expanded to included two additional types of innovations, organizational innovation and marketing innovation (OECD, 2005, p. 11).

O entendimento da inovação evoluiu e incorporou diversos fatores de mensuração da atividade tecnológica na empresa. Estes fatores determinantes da inovação (denominados de insumos ou fatores da inovação) é que conduzem ao aumento final da produtividade como consequência do processo de inovação. Os fatores são usualmente medidos na pesquisa e desenvolvimento (P&D), patentes e mão-de-obra qualificada, bem como o entendimento dos fatores externos, como a mudança organizacional, a cooperação ou financiamento da P&D.

---

<sup>11</sup> As primeiras edições do Manual de Oslo são dos anos de 1992 e 1997 e surgiram em um esforço da OCDE em definir medidas de impacto e análise da inovação na economia.

A simples constatação de que a empresa, setor ou a economia apresentaram aumento de produtividade (aumento do resíduo) não significa que o resultado obtido represente a mudança tecnológica ou o impacto das inovações. Mesmo a constatação de que a empresa apresentou aumento de seus fatores (*inputs*) de inovação não significa que a produtividade sofrerá aumento, tão pouco se pode determinar a magnitude deste possível aumento.

Desta forma, os estudos voltados à inovação dedicaram-se a análise de formas mais precisas de mensuração do esforço tecnológico e inovador, bem como a formação de conhecimento ou a apropriação do mesmo nas empresas, assim como a articulação da empresa com o ambiente e com os atores voltados ao desenvolvimento de tecnologia e sua aplicação nas inovações.

A linha que separa a produtividade da introdução de inovação na indústria passou a ficar estreita, apesar da crítica de que outros fatores, como a exploração de economias de escala, podem aumentar a produtividade sem a introdução de mudança técnica, além de que nem sempre uma inovação causa um aumento imediato na produtividade.

A estreita relação entre a produtividade da indústria e a introdução de inovações fica clara na literatura econômica. As divergências são verificadas na determinação dos fatores necessários para o desenvolvimento ou incorporação das inovações na atividade produtiva, além do fato de que a literatura schumpeteriana não assume uma função de produção agregada, tão pouco ela assume uma trajetória de equilíbrio entre os agentes no mercado com a introdução de uma mudança técnica.

Por outro lado, a literatura schumpeteriana passou a se debruçar com mais cuidado nos elementos determinantes da inovação e do progresso tecnológico. A explicação de que o capital humano é o causador das inovações, como nos modelos de crescimento endógeno, é simples e generalista pois o crescimento depende da incorporação de um setor econômico dedicado à inovação e P&D para solucionar o problema do crescimento via capital humano na economia. A inovação surge porque um setor é dedicado à construção de máquinas e equipamentos ou insumos (com qualidade e variedades diferentes). Este setor demanda mão-de-obra qualificada (capital humano) e as inovações são absorvidas pelos demais setores da economia.

Os modelos schumpeterianos buscam identificar os fatores específicos de aprendizado e interação da empresa com os fatores de inovação presentes na função de produção do conhecimento da empresa. Por este raciocínio, o aumento da produtividade não passa apenas pelo maior acúmulo de capital, mas principalmente, pelo aprendizado tecnológico e ampliação da capacidade de inovação que variam entre as empresas. Os questionamentos destes modelos são mais amplos. Eles assumem as empresas e os setores como heterogêneos e sem equilíbrio entre os mesmos após a mudança tecnológica.

Além da característica de que as empresas e os setores são diferentes e não apresentam convergência, a literatura schumpeteriana assume também que existem causas responsáveis pela manutenção destas diferenças no tempo, ou seja, a hipótese de equilíbrio não pode ser assegurada, mesmo no longo prazo.

A manutenção destas diferenças é explicada pela necessidade de fatores e competências para a empresa inovar e que são acumulados de formas diferentes, reagindo à estratégia de cada empresa. Estas competências são de posse das empresas e algumas estão fora do controle da mesma, pois pertencem à estrutura institucional voltada ao apoio e desenvolvimento da inovação no mercado e podem incorporar fatores extra-mercado, como o capital social.

A análise dos fatores necessários para o desenvolvimento das inovações e principalmente, do processo de difusão das mesmas no mercado, revela diferenças entre as empresas, os setores e regiões. Desta forma, as competências da empresa para inovar são mais amplas que as características apontadas pelas teorias neoclássicas e de crescimento endógeno, desta forma, torna-se necessário abrir a “caixa preta” da produção de conhecimento e absorção de tecnologia para a promoção de inovações e a consequente ampliação da produtividade.

### 3. A EMPRESA NA TEORIA SCHUMPETERIANA

A principal crítica schumpeteriana à análise do progresso técnico dos modelos neoclássicos reside na superficialidade do entendimento sobre a estratégia de decisão da empresa. A verificação do aumento da produtividade total dos fatores com a introdução de um novo processo ou produto agrega pouca informação na

avaliação do impacto da inovação na economia, pois considera apenas os resultados da inovação e não seus determinantes e trajetória.

Neste sentido Rosemberg (1982) desenvolveu a definição que ficou conhecida por representar a visão neoclássica de empresa: a caixa preta (*black box*). Na visão do autor, a função de produção mede apenas a introdução dos fatores de produção (trabalho e capital, algumas vezes os insumos e energia) e o resultado verificado é a produtividade destes fatores na empresa. A verificação do processo utilizado, da forma de utilização dos fatores e qual a tecnologia utilizada, ou mesmo se outros fatores (como a capacidade de organização, aprendizado e cooperação) contribuíram para o aumento da produtividade não são analisados e o papel dos mesmos na produção não pode ser determinada.

A empresa na perspectiva schumpeteriana depende de vários fatores internos e externos para obter sucesso no desenvolvimento e introdução de inovações. A separação entre elementos internos e externos reside no fato de que a empresa depende de características próprias para aplicar ou desenvolver a inovação, denominadas de competências pela literatura de inovação, como Teece *et alli* (1997) que definem competência como:

the firm's ability to integrate, build, and reconfigure internal and external competences to adress rapidly changing environments. Dynamics capabilities thus reflect an organization's ability to achieve new and innovative forms of competence advantage given path dependencies and market positions (TEECE *et alli*, 1997, p. 516).

As competências reúnem as habilidades e uso de recursos internos, como a construção de habilidades para pesquisa e desenvolvimento (P&D), aprimoramentos de processos e produtos, desenvolvimento de novos designs, ferramentas mercadológicas e relacionamentos com agentes externos, como institutos de pesquisa, universidades, agentes financiadores, consultores de projetos e pesquisas.

Desta forma, a inovação é construída em função das estratégias da empresa e de suas competências internas de comunicação e interação com o ambiente que proporcionam o aumento da probabilidade de sucesso da inovação, mas também demandam a construção de competências externas da empresa para a interação

com atores externos<sup>12</sup>. Para tanto, a empresa deve aprender o funcionamento da nova tecnologia. Como o progresso técnico é independente dos esforços da empresa, ela precisa desenvolver um processo contínuo de aprendizado e busca de conhecimento técnico, visto que este depende da evolução da fronteira tecnológica, originada pelo acúmulo de conhecimento advindo do progresso científico da sociedade.

### 3.1 O progresso tecnológico

O avanço da tecnologia forma uma fronteira de conhecimento. Todavia, nem todos os indivíduos estão na fronteira. Caselli e Coleman II (2006) mostram que os países se situam em diferentes estágios da fronteira tecnológica mundial. A fronteira tecnológica é composta pelo mais elevado conhecimento tecnológico disponível (*best technology*) em relação aos países. As diferenças entre os países são explicadas em virtude dos mesmos apresentarem formações de habilidades de capital humano diferentes.

Já Acemoglu-Aghion-Zilibotti (2002) apresentam a formação do processo de verticalização em resposta à necessidade da indústria responder às mudanças da fronteira tecnológica mundial. Neste sentido, a introdução de inovações leva a um comportamento de aproximação da estrutura produtiva em uma indústria, reduzindo custos de transação e aumentando a capacidade de inovação por meio da aproximação produtiva com fornecedores e distribuidores.

A redução do hiato tecnológico de uma indústria ou país em relação à fronteira tecnológica é analisada por Chuang (1998). O autor mostra que o aprendizado (no caso, *learning-by-doing*) promove a redução do hiato tecnológico (internacional). A capacidade de aprendizado é promovida pela interação da empresa com a indústria (setor), o que explica o processo de verticalização produtiva em Acemoglu-Aghion-Zilibotti (2002).

Uma linha de pesquisa da literatura schumpeteriana é justamente relacionada ao impacto das instituições sobre o processo de inovação na economia. A redução

---

<sup>12</sup> Eles podem ser econômicos (como concorrentes e fornecedores) ou sociais (como uma universidade).

do hiato tecnológico e aproximação da fronteira tecnológica mundial dependem da interação da empresa com agentes do ambiente. Tanto a aproximação com instituições, como governo e universidades, ou a cooperação com fornecedores e consumidores reforçam a capacidade de desenvolvimento e absorção de P&D da empresa, bem como a geração de inovações.

Já o papel das instituições no processo de desenvolvimento econômico pode ser definido de duas formas, conforme Engerman e Sokoloff (2000): i) instituições que contribuem para o crescimento e, ii) instituições que retardam o crescimento para manter privilégios.

Percebe-se que a trajetória tecnológica apresenta um forte componente de *path dependence* em relação ao papel das instituições no crescimento econômico. Desta forma, as instituições podem aumentar ou reduzir o hiato tecnológico de um país ou indústria.

Fica clara a idéia de que a introdução de inovações na economia é um processo sistêmico que não depende exclusivamente da empresa, pelo contrário, a capacidade de lidar com as instituições e demais atores envolvidos no processo de inovação é que determina o sucesso ou não da empresa frente à mudança técnica.

A inovação não deve ser vista como um esforço isolado da empresa. Ela depende de uma série de articulações e do desenvolvimento da própria tecnologia que segue a sua trajetória. Dosi (1982) apresenta a definição de trajetória tecnológica como:

Economic theory usually represents *technology* as a given set of factors' combination, defined (qualitatively and quantitatively) in relation to certain outputs. Technical progress is generally defined in terms of a moving production possibilities curve, and / or in terms of the increasing number of producible goods. The definition we suggest here is, on the contrary, much broader. Let us define technology as a set of pieces of knowledge, both directly "practical" (related to concrete problems and devices) and "theoretical" (but practically, applicable although not necessarily already applied), know-how, methods, procedures, experience of successes and failures and also, of course, physical devices and equipment Existing physical devices embody - so to speak - the achievements in the development of a technology, in a defined problem-solving activity. At the same time, a "disembodied" part of the technology consists of particular expertise, experience of past attempts and past technological solutions, together with the knowledge and the achievements of the "state of the art". Technology, in this view, includes the "perception" of a limited set of possible technological alternatives and of notional future developments. This definition of technology is very impressionistic, but it seems useful to explore the patterns of technical change. One can see that the conceptual distance between this definition and

the attributes of "science" - as suggested by modern epistemology - is not so great (DOSI, 1982, p. 151-152).

A idéia de trajetória tecnológica diz que cada tecnologia possui um tempo próprio de evolução e desta forma, sua difusão seguirá especificidades próprias. As diferentes velocidades de “amadurecimento” de cada tecnologia são explicadas pelo conjunto de atores envolvidos. Para Dosi (1982) as empresas são provedoras de “problemas” que serão resolvidos por meio da aplicação de conhecimento tecnológico. A tecnologia assume um papel de “*problem solving*” nas empresas, na medida em que cada tecnologia, ou mesmo as oportunidades econômicas captadas pelas empresas em relação ao conjunto de tecnologias disponíveis (como aumentar a participação no mercado, aumentar os lucros) são diferentes e consequentemente a evolução da trajetória de desenvolvimento será diferente para cada tecnologia.

Outra característica importante que reforça a idéia de trajetória tecnológica, conforme Dosi (1982), é o fato de que a tecnologia é cumulativa. O estoque de conhecimento acumulado pelas empresas e agentes afins ao desenvolvimento da tecnologia (como as instituições ou o governo) é que fornece a trajetória de evolução da própria tecnologia, o que reforça a construção do conhecimento, na medida em que o aumento no número de indivíduos que dominam certa tecnologia determina o aumento da velocidade de difusão e desenvolvimento futuro da mesma no mercado.

A acumulação de conhecimento ao longo de uma trajetória tecnológica mostra que a mesma pertence a um paradigma tecnológico. O paradigma tecnológico pode apresentar várias tecnologias que seguem trajetórias específicas. Tecnologias novas, maduras ou em desuso convivem e competem no mesmo paradigma. O paradigma tecnológico envolve todo o conhecimento relacionado à determinada tecnologia. A coexistência de diferentes tecnologias no mercado mostra que as competências para inovar nas empresas são diferentes ou estão em diferentes estágios de aprendizado, pois as mesmas apresentam diferentes estágios de desenvolvimento tecnológico, além de diferentes tecnologias, o que reforça a idéia de competição entre tecnologias no mercado. No argumento de Caselli e Coleman II (2006), a empresa apresenta competências específicas para permanecer perto ou longe da fronteira do conhecimento tecnológico.

O conceito de trajetória mostra que quanto mais competências (internas da empresa, ou externas, de instituições e outros atores fora da empresa) estão



envolvidas com determinada tecnologia, maior será a sua velocidade de difusão no mercado e quanto mais conhecimento se acumula em relação à mesma, a evolução da sua trajetória é reforçada.

Apesar da idéia de que o desenvolvimento da trajetória da uma tecnologia é sempre positiva, a literatura evolucionária reforça o conceito schumpeteriano de inovações radicais que ocorrem em grandes ondas. Desta forma, quando uma tecnologia é difundida no mercado, ao mesmo tempo ela está decretando o seu fim, pois o conhecimento acumulado poderá ser usado para a construção de novos conhecimentos que substituirão a tecnologia inicial a favor de uma nova trajetória tecnológica que substitua a primeira. Nas empresas este processo sintetiza o problema da “destruição criadora”, onde capital (físico e humano) e conhecimento são destruídos para dar lugar à absorção de novas tecnologias que, em alguma medida, foram originadas em função do estoque de conhecimento passado acumulado pelos indivíduos e incorporados na forma de capital novo. Nelson e Winter (1982) argumentam que o processo de busca de conhecimento pela empresa é constante, o que significa que o processo de destruição criadora faz parte da dinâmica de evolução da fronteira tecnológica. Este processo exige que a empresa acumule competências para acompanhar a evolução de um paradigma tecnológico composto por diversas trajetórias tecnológicas que se sobrepõe e substituem no tempo.

A evolução de uma tecnologia também não segue uma trajetória linear e previsível. Como existem muitas tecnologias concorrendo entre si em um paradigma tecnológico – o que Dosi (1982) denomina de *pool* de tecnologias à escolha do empresário – a escolha de uma determinada tecnologia pode ser irreversível. Como a adoção de uma determinada tecnologia escolhida por uma empresa pode não ser o padrão adotado pela maioria das demais empresas, o investimento realizado fica preso a um desenvolvimento mais lento, ou mesmo sem saída. Empresas antigas podem apresentar o mesmo problema em relação às novas empresas dotadas de tecnologias mais novas.

Abramovitz (1986) apresenta as duas possibilidades de crescimento (de um país<sup>13</sup>) em razão do progresso tecnológico: i) *Catch-up*, ii) *Falling behind*.<sup>14</sup> O

---

<sup>13</sup> Além de um país, a análise pode ser realizada para uma região, setor econômico ou mesmo uma determinada tecnologia.

primeiro tipo de crescimento (*catch-up*) é marcado pelas altas taxas de crescimento da produtividade em função do progresso técnico e desta forma, pelo processo de convergência<sup>15</sup>. O segundo (*falling behind*) é o caso oposto, onde o país sofre com taxas decrescentes de crescimento da produtividade em função do “isolamento e aprisionamento” dentro de uma trajetória tecnológica.

Nas palavras do autor, verifica-se que:

(...) that differences among countries in productivity levels create a strong potentiality for consequent convergence of levels, provided that countries have a ‘social capability’ adequate to absorb more advanced technologies. It reminds us, however, that the institutional and human capital components of social capability develop only slowly as education and organization response to the requirements of technological opportunity and experience in exploiting it. Their degree of development acts to limit the strength of technological potentiality proper. Further, the pace of realization of a potential for catch-up depends on a number of other conditions that govern the diffusion of knowledge, the mobility of resources and the rate of investment (ABRAMOVITZ, 1986, p. 405-406).

A partir da análise de Abramovitz (1986) percebe-se que as competências necessárias para a formação de inovações e aumento da produtividade, por meio do progresso tecnológico, podem ser individuais ou sociais. Verspagen (1991) avalia que a capacidade de crescimento (*catch-up*) é maior para quem está perto da fronteira de conhecimento (caráter cumulativo do conhecimento) e possui grande capacidade de aprendizado tecnológico por meio das competências acumuladas.

Apesar da análise macroeconômica da literatura interessada no impacto da absorção de conhecimento tecnológico na produtividade (do país), Padoan (1996) valendo-se da taxionomia de Pavitt (1984) mostra que os setores mais avançados tecnologicamente, possuem maior produtividade e capacidade de inovação (incorporação e desenvolvimento de tecnologia) em função de uma maior intensidade comercial. O destaque fica por conta das importações que se mostram um interessante instrumento de absorção de conhecimento externo.

Todavia, mesmo com a definição de que o progresso tecnológico e a absorção tecnológica variam micro e mesoeconomicamente, a literatura econômica

---

<sup>14</sup> Dosi (1988) denomina os dois processos de crescimento virtuoso e crescimento vicioso respectivamente.

<sup>15</sup> O mesmo processo de convergência, tão discutido e polêmico, a partir das previsões do modelo de Solow (1956 e 1957). O estudo de Abramovitz (1986) concorda com Maddison (1982): após a II Guerra Mundial o mundo experimentou um próspero período de crescimento do tipo *catch-up*, mas ele era específico do período, se a análise fosse feita em períodos mais longos ou em regiões específicas (como a América Latina), poder-se-ia verificar um processo de *falling behind*.

no Brasil adota a taxonomia de Pavitt (1984) para definir a intensidade tecnológica em relação aos setores econômicos. Em primeiro lugar, esta taxonomia é válida para os países desenvolvidos e não reflete a realidade brasileira. Outro problema é a falta de microfundamentos na taxonomia que espelha as condições históricas de formação do desenvolvimento industrial dos países desenvolvidos. Problemas como a forma de estruturação do aprendizado nas empresas (este pode incluir mecanismos informais) e a própria formação do mercado (específico para cada indústria e com diferente adaptação e inserção microeconômica das empresas) são destacados por Chiaromonte *et alli* (1993) como microfundamentos do processo de inovação que dependem do ambiente externo (macro e institucional) e que variam de empresa para empresa.

### 3.2 Capacidade de absorção tecnológica da empresa

As diferenças de produtividade entre empresas, setores, regiões e países podem ser explicadas justamente pelas diferenças de competências dedicadas ao desenvolvimento ou absorção de conhecimentos e tecnologias. A literatura schumpeteriana busca evidências que expliquem não somente estas diferenças, mas também como elas se perpetuam no tempo, formando diferentes capacidades de inovação entre os atores na economia.

Pode-se definir a capacidade de inovação como dependente da formação de competências na empresa voltadas para o desenvolvimento e aplicação de novas tecnologias. Ela também engloba o desenvolvimento de competências de absorção de tecnologias, conhecimento, processos de produção e organização, novos insumos, entre outros, que possibilitem em sua combinação, a construção de inovações na empresa.

Apesar do papel central da inovação como elemento de diferenciação da produtividade na economia, sua principal característica é de ser dependente do ambiente<sup>16</sup>, visto como um “sistema”, em razão do objetivo comum dos atores em

---

<sup>16</sup> O ambiente econômico age como um sistema, que pode ser formal, como um arranjo produtivo e inovativo local, ou informal, como um cluster formado pelo efeito de transbordamento ao redor de uma universidade. Assim como a empresa schumpeteriana deve aprender por meio das suas *capabilities*, o ambiente possui capital social e instituições, que possuem missões e objetivos próprios e não podem ser considerados exógenos.

desenvolver conhecimento e tecnologia para a formação de inovações. A característica sistêmica da inovação é apresentada por Nelson e Rosemberg (1993), para os autores a definição de sistema para a inovação pode ser resumida como:

Then there is the term 'system.' Although to some the word connotes something that is consciously designed and built, this is far from the orientation here. Rather the concept is of a set of institutions whose interactions determine the innovative performance, in the sense above, of national firms. There is no presumption that the system was, in some sense, consciously designed, or even that the set of institutions involved works together smoothly and coherently. Rather, the 'systems' concept is that of a set of institutional actors that, together, plays the major role in influencing innovative performance. The broad concept of innovation that we have adapted has forced us to consider much more than simply the actors doing research and development. Indeed, a problem with the broadened definition of innovation is that it provides no sharp guide to just what should be included in the innovation system, and what can be left out (NELSON E ROSENBERG, 1993, p. 4-5).

Elementos importantes para o processo de inovação na indústria estão localizados fora das empresas. Estes elementos estão distribuídos em instituições de apoio à inovação, voltados à pesquisa e financiamento. Universidades e governo também são responsáveis pela oferta de pesquisa (básica ou aplicada) e contribuem com o progresso tecnológico e absorção da inovação nas empresas. O agrupamento de conhecimento nestas instituições na sociedade, formando o capital social, possibilita a abertura de oportunidades tecnológicas a serem exploradas.

A questão central reside no fato de que o capital social e as instituições podem ser orientados ao desenvolvimento de recursos em determinada direção, ou a favor da 'solução de problemas' que se transformam em oportunidades de negócio.

Esta orientação nasce da característica fundamental da inovação ser sistêmica e não depender exclusivamente de um indivíduo ou um grupo isolado. A inovação torna-se sistêmica quando o inovador usa seus recursos para definir qual deve ser o objeto a ser transformado, esta decisão se baseia de uma análise estratégica de recursos levando-se em consideração a demanda (não apenas economicamente, mas também a aceitação da mesma e características sociais pertinentes). Além de que a empresa necessita captar recursos especializados, treinar seu capital humano e desenvolver novos processos e/ou produtos com base na aplicação de insumos, equipamentos e tecnologias disponíveis no mercado ou de posse de instituições (como universidades, centros de pesquisa ou fornecedores).

Resumindo, a empresa necessita aprender para inovar e o aprendizado não é fruto de um comportamento isolado, mas sim da interação da empresa com o ambiente.

O aprendizado como um elemento dinâmico e sistêmico não significa que a inovação da empresa seja pública, apesar de o conhecimento em alguma medida pode ser um bem público e ser absorvido por vários indivíduos ao mesmo tempo. O aprendizado pode ser desenvolvido por meio de uma rede de cooperação, todavia, o resultado econômico na forma de uma inovação possui exclusividade (variável e limitada), o que proporciona a oportunidade de exploração de ganhos com a introdução de uma inovação no mercado. Esta definição não deve ser confundida com o conceito de *open innovation*<sup>17</sup> (inovação aberta), já que esta vai ao encontro de um processo de inovação a várias mãos e que perde a característica de exclusividade por um ou mais indivíduos, mesmo que estes sejam os inicializadores da pesquisa ou da idéia que gerou a inovação.

O processo de aprendizado desempenha um importante papel na teoria schumpeteriana da firma. Primeiramente porque ele é o responsável pelo acúmulo de conhecimento nas empresas que pode ser absorvido ou criado nas mesmas. Em segundo lugar, o aprendizado garante a existência de interação entre a empresa e o ambiente. A inovação passa a ser vista como um produto do processo de busca por informações e acúmulo de conhecimento nas empresas e organizações.

Desta forma, o processo de crescimento da economia é do tipo “destruição criadora”, pois na medida em que a empresa deixa de aprender, ela abre espaço para novas idéias e empresas no mercado. O motor do crescimento da economia passa a ser a tecnologia, na medida em que ela é desenvolvida e o conhecimento tecnológico relativo à mesma é absorvido por mais empresas, além da visão de quase-renda da empresa inovadora, acima da média da economia.

O sucesso na economia é ditado pelo ritmo de desenvolvimento de novas tecnologias e também da absorção, ou mesmo imitação das mesmas. O caminho percorrido pelo desenvolvimento da tecnologia e sua difusão é diferente para cada mercado, região ou tipo de tecnologia. Esta característica advém das diferentes

---

<sup>17</sup> Ver Henkel (2006) e Chesbrough (2006) para a definição de *open innovation*. Geralmente a utilização de inovações abertas mostra-se mais adaptada para setores com alta densidade tecnológica, como o setor de informática, ou com pouca capacidade de aprisionamento do conhecimento, como o setor de serviços. Setores com tecnologias recentes e sem um padrão definido, como o setor de telecomunicações, também usam mais a inovação aberta.

formas de geração de aprendizado nas empresas e como consequência, a análise do processo de difusão da tecnologia é tão importante quanto o processo de geração da mesma.

A difusão de uma tecnologia percorre uma trajetória própria, como visto em Dosi (1982), e reflete as diferenças de aprendizado das empresas. Estas diferenças são causadas por competências internas e externas diferentes nas empresas.

Em relação às competências internas responsáveis pelo aprendizado da empresa, a teoria analisa as mesmas sob duas óticas. A primeira é do material humano, denominado de capital humano e responsável pelo aprendizado da empresa. A segunda é o conjunto de características inerentes ao processo de aprendizado, ao assumir diferentes formas de acordo com o que se necessita aprender para inovar.

A relação entre o capital humano e progresso tecnológico e a difusão da tecnologia é definida a partir de Nelson e Phelps (1966):

We suggest that, in a technologically progressive or dynamic economy, production management is a function requiring adaptation to change and that the more educated a manager is, the quicker will he be to introduce new techniques of production. To put the hypothesis simply, educated people make good innovators, so that education speeds the process of technological diffusion (NELSON E PHELPS, 1966, p. 70).

Para os autores se o capital humano possui melhor qualidade, não só as inovações surgirão em maior volume (em virtude do progresso tecnológico mais intenso), mas também a velocidade de difusão das mesmas será maior.

A explicação reside na relação entre o capital humano e o capital social, seja em relação ao desenvolvimento tecnológico, seja em relação à absorção de novas tecnologias (difusão tecnológica). O resultado esperado é o aumento das inovações quanto melhor o capital humano e a sua interação com o capital social no ambiente. A teoria econômica denomina de externalidade (*spillover*) esta capacidade do capital humano de gerar um volume de inovações superior à razão isolada do investimento alocado nas empresas.

A definição de externalidade é dada inicialmente no trabalho de Nelson e Phelps (1966), onde os autores notam que:

Another point of relevance for social investment policy may be mentioned. If innovations produce externalities, because they show the way to imitators, then education by its stimulation of innovation also yields externalities. Hence,

the way of viewing the role of education in economic growth set forth here seems to indicate another possible source of a divergence between the private and social rate of return to education (NELSON E PHELPS, 1966, p. 75).

A teoria schumpeteriana dá ênfase na política educacional como fator de geração de capital humano. Desta forma, a construção de instituições que ampliem o capital social e o capital humano, bem como ajudem na interação entre os dois capitais, fornece a chave para o progresso tecnológico e a formação de inovações.

O papel das instituições torna-se chave na teoria schumpeteriana em relação a outras teorias do capital humano. Na visão neoclássica, o capital humano é mensurado pelo seu retorno, conforme os trabalhos seminais de Schultz (1960) e Schultz (1961). As diferenças no ambiente são verificadas por meio de diferenças nas taxas de retorno do capital humano.

Becker *et alli* (1990) mostram que o retorno do capital humano reflete o nível de desenvolvimento do país. Para os autores:

(...) rates of return on education and others human capital are higher in developed than in undeveloped countries, both absolutely and relative to rates on physical capital. Rates of return on physical capital may be either or lower in developed countries, depending on fertility and rates of growth in consumption. Consequently, we readily explain why the 'brain drain' of educated and skilled persons almost invariably occurs from poorer to richer countries, such as the Indian academics, engineers, and doctors who migrate to the United States (BECKER *et alli*, 1990, p. S34).

Esta conclusão não explica por que os setores, as empresas e principalmente as diversas tecnologias apresentam taxas de inovação diferentes em razão de composições heterogeneas de capital humano. Becker *et alli* (1990) ainda concluem que o desenvolvimento tecnológico é confinado aos países desenvolvidos, para os autores:

An increased stock of human capital rises investments in developing new technologies by expanding the education-intensive research and development industry. Since our analysis implies the human capital grows sharply with development, it readily explain why systematic research and development activities are confined to richer countries (BECKER *et alli*, 1990, s34).

O progresso técnico é desenvolvido a partir do investimento em capital humano, todavia, o fenômeno anteriormente explicado pelos próprios autores como *brain drain* é antagônico, pois ele significa que o capital humano produzido nos países em desenvolvimento migra para os países desenvolvidos, onde o retorno do capital humano é mais elevado. Mas para o *brain drain* fazer sentido, deve-se

assumir que os países em desenvolvimento também são capazes de produzir capital humano e desenvolvimento tecnológico (que pode ser em volume e qualidade menores, mas sua formação não pode ser negada ou restrita aos países desenvolvidos). Tão pouco as condições de migração do capital humano dos países em desenvolvimento para os países desenvolvidos é isenta de restrições e empecilhos.

Outro fato estilizado apontado pela literatura econômica é de que os setores, mesmo em países desenvolvidos, apresentam taxas de crescimento diferentes. Neste sentido Audretsch e Feldman (1996) mostram que as indústrias apresentam diferenças em relação à localização (diferenças geográficas). Já Bottazzi *et alli* (2005) concluem que as próprias indústrias<sup>18</sup> apresentam diferenças de trajetórias tecnológicas, reforçadas por regimes de aprendizado e padrões de inovação diferentes, explicadas por diferenças de capital humano (competências internas) e capital social (instituições).

De forma geral, a literatura neoclássica considera o progresso técnico como exógeno e sem diferenças microeconômicas. Entre os países, assume-se uma relação de produção de P&D&I nos países desenvolvidos, os países em desenvolvimento são assumidos como imitadores do conhecimento gerado nos países desenvolvidos. O principal canal de absorção tecnológica passa a ser o comércio internacional, como destacam Grossman e Helpman (1989) e Eaton e Kortum (2002).

A explicação teórica para o distanciamento tecnológico entre os países desenvolvidos e em desenvolvimento reside na menor capacidade de evolução das inovações nestes últimos e conseqüentemente, a adaptação à imitação responde melhor economicamente as características estruturais dos países em desenvolvimento. Conforme Vandebussche *et alli* (2006):

Far from the technological frontier, imitation of technologies is the main engine of total factor productivity growth. As a country gets closer to the frontier, it relies more and more on innovation, which implies reallocating labor from one activity to the other (VANDENBUSSCHE *et alli*, 2006, p. 121).

---

<sup>18</sup> Os autores analisam as indústrias de couro, equipamentos de transporte, eletrônicos e intermediação financeira, que são setores: dominado pela oferta, intensivo em escala, *science base* e intensivo em informação respectivamente.



Para os autores o progresso tecnológico implica em uma mudança estrutural. Vários autores destacam a presença de falhas de mercado nos países em desenvolvimento que impedem a realocação de recursos, como no caso da formação de comportamentos de *rent seeking*, o que implica na proteção de setores econômicos e empresas locais. A solução, segundo Singh (1994), seria a adoção de políticas *market friendly*, por meio da abertura econômica e o desenvolvimento de reformas que corrigissem as instituições causadoras de *rent seeking*. Já Moers (1999) sugere a adoção de reformas com a introdução de “boas instituições” (*good institutions*), caracterizadas como instituições que evitam e corrigem as falhas de mercado.

Apesar da utilização das instituições como a ponte entre as empresas e as características sistêmicas da inovação, a teoria neoclássica não analisa a formação das instituições e suas diferentes configurações acessíveis às firmas e principalmente, as diferentes capacidades de relação das firmas com as instituições que variam de forma significativa, conforme mostra a literatura empírica sobre inovações na economia.

A análise das instituições na literatura schumpeteriana segue a linha de que as mesmas são formadas, segundo Dosi (1988), por “falhas de mercados, externalidades, informações limitadas e mercados imperfeitos”. Todavia, estas são justamente as características presentes no mercado quando se analisa a formação de inovações e por outro lado, a busca por inovações reforça estas mesmas características de mercado, na medida em que o empresário inovador busca por diferenciação e lucros extraordinários quando inova.

O caráter sistêmico do processo de inovação da teoria schumpeteriana une a análise das competências internas e externas da empresa inovadora. Estas careacterísticas podem ser resumidamente reunidas no quadro 1 a seguir.

COMPETÊNCIAS INTERNAS	COMPETÊNCIAS EXTERNAS
Capacidade de organização	Instituições formais: atores (universidades, governo, laboratórios públicos, agentes financeiros)
Pesquisa e Desenvolvimento (P&D)	Instituições formais: direito de

Finanças	propriedade Instituições informais (costumes, comportamentos do consumidor)
Interação e comunicação	Fronteira tecnológica
Idade da empresa	Verticalização
Mercadológicas (marketing, canais de distribuição, etc)	Conhecimento acumulado (na indústria, país, região)
Processo, projetos	Trajectoria tecnológica (paradigma)
Capital humano (absorção, aprendizado)	Destruição criadora
Capital físico (equipamentos, insumos, instalações)	Capital social formal (redes de interação entre empresas e atores sociais, clusters, sistemas de produção e inovação, circulação do conhecimento em artigos, publicações)
Parcerias (fornecedores, contratos, parcerias estratégicas)	Capital social informal (circulação do conhecimento entre indivíduos, mobilidade da mão-de-obra)
Empreendedorismo	Extensão e densidade do capital social
Conhecimento acumulado (patentes, publicações, segredos industriais)	Infraestrutura e logística
Localização e escala	Abertura econômica e comercial
Empresa multinacional	Participação de empresas estrangeiras no setor

QUADRO 1: COMPETÊNCIAS INTERNAS E EXTERNAS DA INOVAÇÃO SISTÊMICA DA TEORIA SCHUMPETERIANA  
 FONTE: O autor (2009).

#### 4. CONCLUSÃO

A principal conclusão deste artigo reside na constatação de que a teoria schumpeteriana da firma leva em consideração as competências internas (como o capital humano) e externas (como as instituições e o capital social) necessárias para o desenvolvimento do processo de inovação na economia.

Estas competências e instituições são necessárias para o desenvolvimento das inovações, mas não são necessariamente *market friendly*. Pelo contrário, elas se adaptam e são dependentes das condições particulares da trajetória de cada tecnologia e das condições microeconômicas (da firma e do setor), bem como de condições regionais e institucionais envolvidas.

Desta forma, a teoria schumpeteriana assume um forte componente de evolução das condições necessárias para o progresso tecnológico e o desenvolvimento das inovações. Magnusson e Marklund (1994) mostram que fatores culturais, organizacionais, regionais e sociais são relevantes para o processo de mudança técnica e geração de inovações na economia. A razão reside no fato apontado por Lazonick (1994): quanto mais complexo, cumulativo e contínuo for o processo de inovação, mais coletivo (social) ele será.

Como o processo de inovação é cumulativo, ele depende da construção de um arranjo institucional que o sustente. Esta característica do progresso técnico conduz a formação de trajetórias tecnológicas inseridas em um paradigma tecnológico com um forte elemento de dependência histórica (*path dependence*).

O progresso tecnológico assume características heterogêneas entre os diversos atores econômicos e sociais envolvidos com o processo inovador. Desta forma, a pesquisa schumpeteriana se aplica mais ao entendimento das condições envolvidas entre as empresas inovadoras e o ambiente (econômico e social). Consequentemente, não se desenvolve a aplicação de um modelo ideal de comportamento econômico que assume a inovação como dependente da construção de um ambiente amigável (em outras palavras, que assuma as condições de equilíbrio).

Percebe-se que a teoria schumpeteriana da firma é mais holística, abrangendo elementos microeconômicos e institucionais. O foco principal do estudo da firma schumpeteriana é desdobrado em elementos internos e externos. O foco interno relaciona-se ao entendimento do papel das competências (como o capital humano, o processo de aprendizado, o regime organizacional e o grau de acesso ao comércio exterior) no processo de construção e absorção do conhecimento. O segundo foco relaciona-se com as instituições (como o capital social, a relação com atores do processo de inovação, como o governo e as universidades) essenciais para o entendimento da evolução da firma frente ao sistema construído para desenvolver as inovações.

Desta forma, a análise da produtividade da empresa inovadora deve abranger os fatores responsáveis pelas diferenças de produtividade observadas e a verificação da relação dos mesmos com a construção do processo de inovação na empresa e sua relação com o ambiente.

A mensuração das variáveis deve fugir ao máximo do problema da agregação e da convergência automática. A verificação de qualquer padrão de comportamento, como um grupo de empresas inovando e outras imitando (ou não inovando) não significa que no longo prazo todos serão inovadores, ou que incentivando a inovação, a produtividade e o nível de inovação aumentarão na economia para todas as empresas, como um processo de convergência tecnológica.

A análise do processo de inovação deve incorporar elementos institucionais e históricos na sua análise, captando as características sistêmicas e cumulativas da inovação. Em relação à característica da inovação ser sistêmica, a interação da empresa com o ambiente deve ser considerada, principalmente em relação à trajetória da tecnologia envolvida, as características setoriais e locais (regionais), além do papel dos macro-agentes, como o governo ou o financiamento da inovação.

A análise da produtividade da empresa inovadora deve ir além da simples constatação de que a inovação causa aumento da produtividade (ou vice-versa, as empresas mais produtivas são as mais propensas a inovar). A análise schumpeteriana busca identificar as competências necessárias ao processo de inovação, tanto na empresa, quanto nos ambientes econômico e social onde a empresa está inserida.

A forma como a produtividade é explicada e não apenas mensurada, demarca a principal diferença entre as teorias neoclássica e schumpeteriana frente à relação entre inovação e o crescimento econômico.

Na teoria schumpeteriana o aumento da produtividade da empresa depende do acúmulo das competências da empresa, da relação desta com o mercado e com os fatores institucionais, além da própria trajetória da tecnologia considerada no paradigma tecnológico do setor. O entendimento da produtividade da empresa inovadora deve incorporar elementos sistêmicos da inovação. Estes elementos estão presentes na literatura dos sistemas de inovação (os sistemas são: nacional, setorial regional e tecnológico).

Sugere-se, como continuidade deste trabalho de pesquisa, que antes da análise da produtividade nas empresas, sejam verificadas as principais relações institucionais presentes no contexto da inovação, com destaque para a influência do setor econômico sobre as empresas. Deve-se também identificar os principais atores

institucionais, como universidades, políticas públicas e padrões de trajetória de difusão do conhecimento (como a geração de patentes, estratégias de cooperação entre atores, transferência de tecnologias, entre outras) e como as empresas se relacionam com os mesmos no processo de desenvolvimento da inovação.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M (1986). Catching up, forging ahead, and falling behind. Journal of Economic History, volume XLVI, number 2, p. 385-406.

ACEMOGLU, D; AGHION, P; ZILIBOTTI, F (2002). Vertical integration and distance to frontier. Journal of the European Economic Association, volume 1, number 2-3, p. 630-638.

AUDRETSCH, DB; FELDMAN, MP (1996). Innovative clusters and the industry life cycle. Review of Industrial Organization, volume 11, p. 253-273.

BECKER, GS; MURPHY, KM; TAMURA, R. Human capital, fertility, and economic growth. The Journal of Political Economy, volume 98, number 5, part two: The problem of development: a conference of the institute for the study of free enterprise systems (october, 1990), p. S12-S37, 1990.

BOTTAZZI, G; DOSI, G; FAGIOLO, G (2005). The entrepreneurial event revisited: firm formation in a regional context. In: BRESCHI, S; MALERBA, F. Clusters, networks, and innovation. Oxford: Oxford University, p. 54-79.

CASELLI, F; COLEMAN II, WJ (2006). The world technology frontier. American Economic Review, volume 96, number 3, p. 499-522.

CHESBROUGH, H (2006). Open innovation: a new paradigm for understanding industrial innovation. In: CHESBROUGH, H; VANHAVERBEKE, W; WEST, J. Open innovation: researching a new paradigm. Oxford: Oxford University.

CHIAROMONTE, F; DOSI, G; ORSENIGO, F (1993). Innovative learning and institutions in the process of development: on the microfoundation of growth regimes. In: THOMSON, R. Learning and technological change. Basingstoke: Macmillan Press, p. 117-149.

CHUANG, YC (1998). Learning-by-doing, the technology gap, and growth. International Economic Review, volume 39, number 3, p. 697-721.

COHEN, AJ; HARCOURT, GC (2003). Whatever happened to the Cambridge capital theory controversies? Journal of Economic Perspectives, volume 17, number 1, p. 199-214.

DOSI, G (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. Research Policy, volume 11, p. 142-162.

DOSI, G (1988). Institutions and markets in a dynamic world. The Manchester School of Economics & Social Studies, volume 56, number 2, p. 119-146.

EATON, Jonathan; KORTUM, Samuel (2002). Technology, geography, and trade. Econometrica, volume 70, number 5, p.1741-1779.

ENGERMAN, SL; SOKOLOFF, KL (2000). History lessons: institutions, factor endowments, and path of dependence in the new world. Journal of Economic Perspectives, volume 14, number 3, p. 217-232.

GROSSMAN, GM; HELPMAN, E (1989). Product development and international trade. Journal of Political Economy, volume 97, p. 1261-1283.

HENKEL, J (2006). Selectiv revealing in open innovation process: the case of embedded Linux. Research Policy, volume 35, number 7, p. 953-969.

LAZONICK, W (1994). The integration of theory and history: methodology and ideology in Schumpeter's economics. In: MAGNUSSON, L. Evolutionary and neo-schumpeterian approaches to economics. Boston: Kluver, p. 245-263.

MADDISON, A (1982). Phases of capitalism development. New York: Oxford University.

MAGNUSSON, L; MARKLUND, G (1994). Innovations, markets and institutions: an historical approach. In: MAGNUSSON, L. Evolutionary and neo-schumpeterian approaches to economics. Boston: Kluver, p. 301-319.

MOERS, L (1999). Growth empirics with institutional measures and its applications to transition countries: a survey. Amsterdam: Tinbergen Institute.

NELSON, RR; PHELPS, ES (1966). Investments in humans, technological diffusion, and economic growth. The American Economic Review, volume 56, number 1/2, p. 69-75.

NELSON, RR; WINTER, SG (1982). An evolutionary theory of economic change. Cambridge: Harvard University.

NELSON, RR; ROSEMBERG, N (1993). Technical innovation and national systems. In: NELSON, RR. National innovation systems: a comparative analysis. Oxford: Oxford University, p. 3-21.

OECD (2005). Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data. Paris: OECD.

PADOAN, PC (1996). Trade and the accumulation and diffusion of knowledge. New York: World Bank, Policy Research Working Paper 1679.

PAVITT, K (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy, volume 13, p. 343-373.

ROSEMBERG, N (1982). Inside the black box: technology and economics. New York: Cambridge University.

SCHULTZ, TW (1960). Capital formation by education. The Journal of Political Economy, volume 68, number 6, p. 571-583.

SCHULTZ, TW (1961). Investment in human capital. The American Economic Review, volume 51, number 1, p. 1-17.

SCHUMPETER, JA (1949). Economic theory and entrepreneurial history. In: RESEARCH CENTER IN ENTREPRENEURIAL HISTORY. Changes and the entrepreneur: postulates and patterns of entrepreneurial history. Cambridge: Harvard University, p. 63-84.

SINGH, A (1994). Openness and the market friendly approach to development: learning the right lessons from development experience. World Development, volume 22, issue 12, p. 1811-1823.

SOLOW, RM (1956). A contribution to the theory of economic growth. The Quarterly Journal of Economics, volume 70, number 1, p. 65-94.

SOLOW, RM (1957). Technical change and the aggregate production function. The Review of Economics and Statistics, volume 39, number 3, p. 312-320.

TEECE, DJ; PISANO, G; SHUEN, A (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal, volume 18:7, p. 509-533.

VANDENBUSSCHE, J; AGHION, P; MEGHIR, C (2006). Growth, distance to frontier and composition of human capital. Journal of Economic Growth, volume 11, p. 97-127.

VERSPAGEN, B (1991). A new empirical approach to catching up or falling behind. Structural Change and Economics Dynamics, volume 2, number 2, p. 359-380.



## **EMPRESA E INSTITUIÇÕES NA TEORIA SCHUMPETERIANA: INFLUÊNCIAS DO AMBIENTE ECONÔMICO E SOCIAL SOBRE O COMPORTAMENTO INOVADOR E O PROGRESSO TECNOLÓGICO**

### **RESUMO**

Este artigo busca analisar a discussão da literatura schumpeteriana sobre a influência do ambiente externo no progresso tecnológico e no desenvolvimento de inovações na indústria. A empresa inovadora necessita desenvolver competências e habilidades para lidar com a inovação, absorvendo conhecimento e interagindo com o ambiente. Vários elementos do ambiente econômico e social foram estudados ao longo dos últimos anos, as conclusões identificadas dizem respeito à utilização do conceito de instituição como generalista, envolvendo diferentes idéias em vários contextos. O conceito de capital social surge nos últimos anos como uma forma de expressar a importância da interação entre os indivíduos na geração de conhecimento. Na esfera econômica, o comércio internacional e a concentração de mercado influenciam positivamente a geração de inovações. Ainda no campo econômico, a evolução da tecnologia em uma determinada trajetória, geralmente inserida em uma indústria, ressalta o papel das instituições e do capital social sobre o processo de inovação como heterogêneo no nível das indústrias. A dinâmica encontrada é de relação entre as instituições, capital social e as características estruturais das indústrias que influenciam o comportamento inovador e o progresso tecnológico na economia, por meio das empresas.

Palavras-chave: Instituições, Capital social, Ambiente econômico e social, Inovação, Progresso tecnológico.

### **ABSTRACT**

This paper analyzes the discussion of the Schumpeterian literature on the influence of external environment on the progress and development of technological innovations in the industry. The innovative company needs to develop skills and abilities to deal with innovation, absorbing knowledge and interacting with the environment. Several elements of the economic and social environment have been studied in recent years, the main findings identified relating to the use of very general concept of institution, involving several different ideas in many contexts. The concept of social capital emerges in recent years as a way to express the importance of interaction between individuals in the generation of knowledge. In the economic

sphere, international trade and market concentration influencing positively the generation of innovations. Even in the economic field, the evolution of technology in a given path, usually inserted in an industry, emphasizes the role of institutions and social capital on the innovation process as heterogeneous in terms of industries. The dynamics found is of relationship between institutions and social capital and the structural characteristics of the industries, which influence the innovative performance and technological progress in the economy, through the companies.

Key words: Institutions, Social capital, Social and economic environment, Innovation, Technological progress.

JEL: A13, L22, O19, O33, O43, Z13

## 1. INTRODUÇÃO

O estudo do impacto econômico das inovações e do progresso tecnológico na produção industrial não se limita a fatores econômicos relacionados às causas das inovações e a evolução da tecnologia. A teoria schumpeteriana e a evolucionária<sup>19</sup> incorporaram definições importantes que destacam o papel do ambiente econômico e social no qual a empresa (ou o empresário inovador/empreendedor) está inserida.

O desenvolvimento da teoria schumpeteriana incorporou elementos novos na caracterização do ambiente externo à empresa. Inicialmente, denominou-se de instituição toda a estrutura física, valores, costumes e demais fatores sociais inerentes ao progresso científico, tecnológico e ao desenvolvimento de inovações. Atualmente, a teoria schumpeteriana preocupa-se também com o desenvolvimento do conceito de capital social na determinação da capacidade de inovação da economia.

O ambiente econômico externo apresenta fatores ligados ao desempenho setorial da economia, por meio dos sistemas de inovação<sup>20</sup>. Os fatores podem ser estruturais, tais como o comércio exterior e a concentração de mercado, e agem como facilitadores da capacidade de inovação. Os fatores também podem ser ligados ao conhecimento, pertencentes à trajetória da tecnologia, específica muitas vezes a uma determinada indústria (mas que pode gerar efeitos de transbordamento para outras indústrias), agindo igualmente como um fator de incentivo ao engajamento no processo de inovações sob a forma de absorção de conhecimento.

O papel das instituições (e do capital social) é decisivo na capacidade de interação das empresas com o conhecimento, ao gerar as capacidades (internas e externas) de promoção das inovações.

Além dos fatores institucionais pertencentes ao processo de inovação, a literatura schumpeteriana destaca três fatores estruturais ligados à definição do ambiente setorial onde as empresas estão inseridas e que influenciam as decisões de inovação. Estas características setoriais analisadas são: o desenvolvimento do comércio internacional, a distribuição ou concentração do número de empresas e a evolução das trajetórias tecnológicas.

---

<sup>19</sup> Definimos as duas teorias apenas como teoria schumpeteriana a partir daqui.

<sup>20</sup> Os sistemas de inovação são: nacional, regional, setorial e tecnológico. Ver o estudo de Edquist e Johnson (1997) sobre os sistemas de inovação.

A importância do comércio internacional relaciona-se ao acesso a novos conhecimentos presentes no mercado internacional (via importações) e ampliação da escala por meio das exportações. As exportações de produtos industriais dependem mais da qualidade e diferenciação do produto que variam diretamente com a introdução de inovações. O desempenho exportador das empresas inovadoras por meio da introdução de inovações é relacionado à capacidade de aprendizado para exportar (denominado de *learning-by-exporting*). As empresas inovadoras tornam-se mais propensas a exportar, em função da maior absorção de conhecimentos, inclusive do próprio comércio internacional (via importações).

A importância da concentração de mercado para o desenvolvimento de inovações é verificada na literatura schumpeteriana. Apesar das inúmeras críticas e estudos apontando que o tamanho da empresa não influencia no desempenho inovador da indústria, evidências analisadas mostram que a concentração afeta positivamente a capacidade de inovação de uma indústria. A concentração econômica é encontrada em duas formas. A primeira forma é a concentração de mercado, verificada na maior participação de grandes empresas no setor. A segunda forma é a concentração espacial, verificada na concentração de empresa em um determinado território. A concentração espacial é relacionada com a centralização de empresas ao entorno de universidades e demais fontes de conhecimento em um território.

A trajetória tecnológica é analisada em relação à identificação de fatores que estabelecem como o conhecimento tecnológico é absorvido de diferentes formas pelas empresas. A idéia central é de que cada indústria apresenta instituições (e capital social) próprias que permeiam a capacidade de absorção de conhecimento das empresas.

O mesmo raciocínio é encontrado em relação ao comércio internacional e a concentração de mercado. As indústrias apresentam diferenças estruturais relacionadas a estas características, reforçadas (ou mesmo originadas) pelas instituições que divergem nos setores econômicos.

Este artigo busca resumir a contribuição da linha de pesquisa schumpeteriana para a determinação da evolução do conhecimento tecnológico e o desenvolvimento de inovações na indústria, por meio da relação da empresa (inovadora) com o ambiente econômico e social, com destaque para o papel das instituições e do

capital social. Para tanto, quatro seções são apresentadas, contabilizando esta introdução. A segunda seção analisa a relação entre as empresas e os demais agentes relacionados ao desenvolvimento de conhecimento tecnológico e de inovações, com considerável participação do capital social, cujo conceito será apresentado juntamente com a definição de instituições.

A terceira seção analisa o ambiente econômico em que as empresas se inserem. A estrutura econômica é analisada em relação a três fatores fundamentais na literatura schumpeteriana da determinação da capacidade de inovação das empresas. Estes fatores são: a concentração de mercado, o comércio internacional e a trajetória tecnológica.

A quarta seção conclui o artigo.

## 2. O AMBIENTE SOCIAL

O estudo do impacto das instituições sobre a atividade econômica é antigo e envolve a capacidade de geração de inovações no mercado. A teoria schumpeteriana incorporou o tema na sua agenda de pesquisa. O foco nas instituições revela uma preocupação com a explicação de como o conhecimento é formado na sociedade e ultrapassa os limites teóricos e práticos do mercado imputado na teoria econômica ortodoxa.

Nos últimos anos a teoria evolucionária incorporou o uso do conceito de capital social para definir o ambiente social no qual o conhecimento é gerado. O capital social estabelece as redes de contatos entre os indivíduos, disseminando conhecimento tecnológico. Estes dois conceitos serão trabalhados a seguir.

### 2.1 Instituições

O papel das instituições no processo de desenvolvimento econômico foi considerado há muito tempo pela teoria econômica. A compreensão do processo de formação das mesmas e sua dinâmica ainda são desconhecidas por muitos economistas que por vez, assumem os efeitos do ambiente sócio-econômico como

exógenos, restando à análise dos efeitos (positivos ou negativos) das instituições sobre o sistema econômico.

Conforme Nelson e Sampat (2001), a definição de instituição é abrangente e envolve diferentes entendimentos sobre a constituição e o papel das mesmas. Para os autores, a definição de instituição permeia o conceito de “tecnologias sociais”. Para outros autores, como Williamson, Coase, Veblen, Commons e Hayek elas apresentam definições que vão desde as ‘estruturas de governança’, ‘custos e transação’, ‘regras do jogo’, ‘comportamento cooperativo’ e ‘práticas da sociedade’ respectivamente.

A influência das instituições sobre o processo de inovação da economia não foge à regra. A partir do trabalho de Edquist e Johnson (1997), o papel das instituições para o progresso técnico e a formação de inovações ficou evidenciado na teoria schumpeteriana.

Apesar dos diferentes contextos e interpretações da palavra instituição na teoria econômica, a visão schumpeteriana afirma que o progresso tecnológico depende da relação dos atores econômicos com o ambiente institucional voltado ao desenvolvimento das inovações, ou seja, da relação dos mesmos com o ambiente social. Como o intuito destes agentes é de aprendizado<sup>21</sup>, a interação com o ambiente pode ser sintetizada como um processo de captação de conhecimento (externo) para a geração de inovações.

Cimoli *et alli* (2003) mostram que o processo de industrialização demanda uma maior presença de alguns atores institucionais, com destaque para o sistema financeiro, as universidades e o governo. A função destes atores está ligada ao desenvolvimento de novas tecnologias, para os autores:

(...) in the field of technology, public R&D labs and State universities, together with public development banks that furnished long-term finance for major undertakings in fields such as energy, telecommunications and transport services, have played an important role the industrialization process. Public firms engaged in these kinds of activities developed their own engineering departments and R&D facilities in order to supply themselves with the technology they needed for these ventures. As a complementary measure, public policies designed to attract foreign direct investment to manufacturing

---

<sup>21</sup> Busca e seleção nas palavras de Nelson e Winter (1982). Todavia, o processo de aprendizado é pertinente à presença de competências na empresa e sua relação com o ambiente (capital social e instituições). Esta relação não será desenvolvida neste artigo, apenas apresenta-se que a estratégia microeconômica pertence ao contexto e também depende do ambiente. Ver a literatura schumpeteriana voltada aos sistemas de inovações, como Edquist e Johnson (1997).

activities helped to obtain the required know-how in many technology-intensive sectors of the economy, such as the pharmaceuticals and automotive industries (CIMOLI *et alli*, 2003, p. 12).

A necessidade de atores institucionais no desenvolvimento tecnológico de uma economia industrializada reside no fato, segundo Nelson e Nelson (2002), de o processo de inovação depender do desenvolvimento tecnológico que pode ser físico ou social. A tecnologia física é tradicionalmente analisada pela teoria econômica, principalmente via capital físico que incorpora novos conhecimentos. A determinação da relação da tecnologia social com o desenvolvimento tecnológico pode ser considerada como uma grande contribuição schumpeteriana. Ela é composta pela capacidade organizacional e pela cooperação da infra-estrutura disponível (ou necessidade de construção da mesma).

A geração de conhecimento tecnológico depende da utilização de infra-estrutura (seja física ou social) que não está sob a posse de uma única empresa, pois sua utilização depende da construção de uma rede de atores, como universidades, governo, centros de pesquisa, ou mesmo de outras empresas e demais empresas participantes do setor (como fornecedores e fabricantes de bens de capital, equipamentos ou insumos).

A geração de tecnologias sociais reforça a idéia da necessidade dos capitais social e humano no processo de inovação. Pode-se afirmar que o papel das instituições é de reforçar a interação entre o capital humano da empresa e o capital social do ambiente. A tríade – instituições, capital humano e capital social – é responsável pela formação de novos conhecimentos que impulsionarão o progresso técnico e a geração de inovações.

A relação entre as instituições e os dois tipos de capital gera os efeitos de transbordamento<sup>22</sup> verificados na literatura, como em Nelson e Phelps (1966) e Dosi (1982). Estes transbordamentos refletem a incorporação e a valorização do conhecimento na atividade econômica, por meio dos dois tipos de capital e das instituições.

A necessidade de instituições no ambiente não reside apenas no tamanho e na escala, (como a falta de equipamentos e laboratórios, o que aproximaria uma empresa com recursos escassos de um centro de pesquisa ou de um outro ator

---

<sup>22</sup> A literatura também denomina este efeito de *spillover* ou externalidade.

social), mas principalmente pela complexidade exigida para o desenvolvimento das inovações, o que demanda domínio de conhecimentos tecnológicos, muitas vezes longe das competências verificadas nas empresas. Dosi, Orsenigo e Silberberg (1988) mostram que o conhecimento tecnológico pode ser caracterizado pelas seguintes qualidades: i) apropriabilidade, ii) incerteza, iii) oportunidade, iv) oportunidade comercial, v) cumulativo, vi) tácito.

A conclusão inerente a estas características do conhecimento tecnológico é a complexidade que permeia o seu desenvolvimento, o que conduz os indivíduos a apresentarem racionalidade limitada frente às decisões relativas à escolha do nível de investimento em determinada atividade inovadora. Por sua vez, o papel das instituições se revela como uma estratégia de aquisição de conhecimento por parte das empresas que não podem acumular conhecimento e competências suficientes para decidir de maneira precisa suas dúvidas sobre o investimento em inovação. As características do conhecimento apresentadas anteriormente advêm justamente do caráter sistêmico das inovações e de sua natureza social.

Neste sentido, o conhecimento que a empresa busca pode apresentar diferentes níveis de apropriação. O conhecimento pode pertencer a outro indivíduo ou empresa, ou ele depende de um elemento externo (como uma universidade) para decodificá-lo e transformá-lo em capacidade tácita aplicada a uma determinada tecnologia. A empresa, de acordo com o conhecimento e capacidades acumulados, estabelece uma relação com o ambiente por meio das instituições, com o intuito de desenvolver sua capacidade de absorção de conhecimento.

Este processo é complexo na medida em que sua previsão não é certa, apesar da trajetória seguida por uma determinada tecnologia, o estado da arte da mesma depende do acúmulo de conhecimento até o momento e das oportunidades (estratégica e comercial) sentidas pelos agentes econômicos. Este alto grau de incerteza é aprofundado pela competição entre diversas tecnologias e seus resultados que não seguem um padrão previsível<sup>23</sup>.

---

<sup>23</sup> Torna-se importante destacar que a idéia de trajetória tecnológica não reduz a incerteza da tecnologia, na medida em que à mesma não segue a idéia de previsão futura da chegada de novos conhecimentos. Ela diz que o estoque de conhecimento passado contribui para a formação de conhecimento novo, desta forma, o conhecimento é interligado e pode ser determinado endogenamente, portanto, ela não 'nasce' sem uma base passada de conhecimento acumulado pertencente a um paradigma tecnológico que engloba diversas trajetórias tecnológicas em diferentes



As características do conhecimento tecnológico geram falhas de mercado, em virtude da incerteza e dos resultados específicos para cada indivíduo que não são facilmente generalizados. Dosi (1988) mostra que o progresso tecnológico e a introdução de inovações estão cercados por falhas de mercado, compostas por externalidades, racionalidade limitada dos agentes e mercados imperfeitos.

As falhas de mercado relacionadas ao processo de inovação geram, conforme Antonelli e Teubal (2008), a formação de novas instituições voltadas ao progresso tecnológico, denominadas pelos autores como *venture capitalism*<sup>24</sup>. Em outras palavras, a estrutura econômica e social formada para gerar o progresso tecnológico é adaptada a uma realidade de riscos e incerteza que são formadas pela necessidade de se vender informações (conhecimento).

A posição defendida por Antonelli e Teubal (2008) afirma que as instituições são dinâmicas, ou seja, elas evoluem conforme a demanda de conhecimento e a estrutura produtiva necessária para competir no mercado. Esta verificação é pertinente com a visão dos historiadores da tecnologia, como Rosenberg (1982). Para o autor, o progresso tecnológico depende de uma estrutura institucional cada vez mais complexa e dedicada ao progresso tecnológico e ao lançamento de inovações. King e Levine (1993) também mostram que as instituições, no caso as instituições voltadas para o financiamento da estrutura tecnológica e produtiva, evoluem e são formadas conforme as necessidades e incertezas do mercado.

Neste sentido, as instituições evoluem no ambiente conforme a estrutura geradora de novos conhecimentos e duas observações são identificadas. A primeira é a adaptação das instituições ao perfil da tecnologia, do setor econômico (indústria) e dos agentes externos envolvidos com a geração e difusão do conhecimento. A segunda é a idéia que as instituições também evoluem assim como os agentes impactados com a introdução de inovações, ou seja, a “destruição criadora” não afeta somente o capital físico e as empresas, mas igualmente o estoque de conhecimento disponível no ambiente. Como o conhecimento é cumulativo, a sua formação também é substituída (destruída), bem como as instituições envolvidas no processo. Este conceito vai ao encontro da idéia de tecnologia social de Nelson e

---

estágios de desenvolvimento. Ver a discussão de Geroski (2000) em relação aos modelos de disseminação das inovações.

<sup>24</sup> A tradução literal seria de capitalismo de risco.

Sampat (2001) ao afirmar que o progresso técnico depende em grande medida de atores sociais, assim como fatores sociais não disponíveis no mercado (como as redes informais de interação entre os indivíduos).

O conceito de capital social, desenvolvido na próxima subseção, ajuda na definição do papel e alcance das instituições no processo de inovação, evitando-se a utilização do termo instituição para definir todos os atores, normas e convenções de caráter social.

## 2.2 Capital social

A utilização do termo capital social é nova na economia e reflete uma tentativa de aproximação da sociologia<sup>25</sup>. O objetivo da utilização do conceito de capital social visa justamente sobrepor o intenso e muitas vezes errático uso do termo instituição na teoria econômica, conforme defende Nelson e Sampat (2001).

Para existir uma 'produção social de conhecimento', deve-se formar de antemão os 'fatores' responsáveis por tal produção. Estes fatores são denominados de instituições e podem possuir estrutura física e conhecimento incorporado, eles também são regras e valores sociais que influenciam o comportamento dos agentes econômicos. A idéia de capital social está associada ao relacionamento que pode ser estabelecido entre as instituições e os atores econômicos e sociais, gerando um aumento do volume de conhecimento e principalmente a sua difusão, ao formar uma 'rede' de atores.

Torna-se necessário restringir o termo capital social. Assim como o termo instituições, a definição de capital social é ampla e pode significar inúmeras idéias e ser usada em diferentes contextos. Putnam (2001) compara a controvérsia do capital de Cambridge com a utilização do termo capital social atualmente na literatura econômica. O autor defende que a definição e a extensão do termo capital social sofrem da mesma indeterminação do capital físico presente nas discussões da definição metodológica do conceito de capital da controvérsia de Cambridge.

Putman (2001) ainda argumenta que a definição de capital social não deve ser confundida com filantropia ou altruísmo. Ela envolve a potencialização dos

---

<sup>25</sup> Ciência Política que cunhou o termo pela primeira vez.

processos de crescimento e de desenvolvimento econômico, em função das informações advindas da interação entre os indivíduos na sociedade. Esta interação pode ser formal ou informal. No primeiro caso, apresenta-se o capital social formal, como a participação em um sindicato. O segundo caso, denominado de capital social informal, envolve a participação do indivíduo em situações esporádicas ou sem necessidade de formalização ou de repetição.

Em relação a esta discussão conceitual, Coleman (1988) define capital social como:

It is not a single entity but a variety of different entities, with two elements in common: that all consist of some aspect of social structures, and they facilitate certain actions of actors – whether persons or corporate actors – within the structure. Like other forms of capital, social capital is productive, making possible the achievement of certain ends that in its absence would not be possible. Like physical capital and human capital, social capital is not completely fungible but may be specific to certain activities. A given form of social capital that is valuable in facilitating certain actions may be useless or even harmful for others (COLEMAN, 1988, p. S98).

A partir desta definição, percebe-se que a conexão entre os indivíduos é vital para o sucesso econômico da inovação. A estrutura social presente no ambiente onde os indivíduos partilharão de regras e valores, bem como a reputação dos mesmos forma o capital social.

As relações que formam o capital social são classificadas basicamente em duas formas. A primeira é da densidade. A segunda é da extensão.

A densidade explica o grau de envolvimento dos indivíduos com a rede. Ela avalia o compromisso dos indivíduos com o ambiente social e os demais indivíduos. Se o capital social for denso, como uma relação familiar, por exemplo, o indivíduo possui um forte alinhamento de seu comportamento e decisões com os valores, regras e reputação do grupo.

Se o capital social for pouco denso, o comprometimento dos indivíduos com as informações do ambiente serão de pouca (ou pequena) relevância. O impacto econômico do capital social será maior em função da densidade do mesmo. Sob este ponto de vista, quanto maior a densidade da relação entre os agentes econômicos (empresas) e as instituições (do ambiente social), como uma universidade, maior será a probabilidade de sucesso econômico, em função do aumento do fluxo de informações entre as partes.

Analizando-se a formação e a transferência de conhecimento que alimenta a formação de inovações na economia, quanto mais densa a relação entre as empresas e as instituições, maior a geração de conhecimento. A difusão tecnológica será igualmente maior, o que aumenta as chances de imitação da inovação, reduzindo o ciclo de vida do produto inovador e aumentando a sua apropriação (por parte de terceiros).

As características do conhecimento analisadas em Dosi *et alli* (1988) podem ser consideradas como a formação de capital social a partir das características da tecnologia. Quanto mais complexo e tácito for o conhecimento da tecnologia mais denso será o capital social exigido. O mesmo raciocínio pode ser desenvolvido para as características de oportunidades relacionadas ao conhecimento de determinada tecnologia, estas oportunidades são dadas pelas preferências dos consumidores, definidas por características sócio-econômicas.

Em relação à extensão do capital social, ela mostra o número de indivíduos que pertencem à determinada rede. O impacto econômico torna-se maior proporcionalmente ao tamanho da rede, mas não existe regra no sentido de que redes maiores sempre serão mais benéficas economicamente. A extensão do capital social ajuda no desenvolvimento tecnológico. Primeiramente, porque o conhecimento tecnológico é cumulativo e um número maior de indivíduos ajudará na geração de novas idéias e aplicações do conhecimento. Em segundo lugar, quanto maior a rede de adotadores de um novo conhecimento, maior o desenvolvimento da tecnologia em função do aumento da escala<sup>26</sup>. Alguns estudos, como Dosi (2006), mostram que a rede de adoção de um novo conhecimento é decisiva para o sucesso de uma inovação, na medida em que a mesma está inserida em um ambiente de competição entre diversos novos conhecimentos.

Dasgupta e Serageldin (2000) analisam o conceito de capital social e, para os autores, o termo capital significa algo tangível e a utilização do mesmo para definir relações sociais intangíveis pode causar confusão. Apesar da discussão relacionada à utilização do termo capital para fatores sociais, a aplicação do conceito de capital social abriu importantes perspectivas na Economia, pois as relações entre os atores

---

<sup>26</sup> Os benefícios da escala (número de indivíduos que adotam uma determinada tecnologia) podem apresentar uma distribuição quadrática, com benefícios que se esgotam a partir de determinado tamanho, conduzindo a retornos decrescentes de escala.

sociais, as empresas e as instituições eram denominadas de instituições e causavam confusão.

Para que o conceito de capital social não esteja sobrepondo o conceito de instituição, deve-se considerar a definição de capital social de Knack e Keefer (1997). Para os autores o capital social compreende:

- i) The relationship between interpersonal trust, norms of civic cooperation, and economic performance, and some of the policy and other links through which these dimensions of social capital may have economic effects;
- ii) the conflicting hypotheses of Putnam (1993) and Olson (1982), on the relationship between associational activity and growth; and
- iii) the determinants of trust and norms of civic cooperation, including levels of associational activity and formal institutions (KNACK e KEEFER, 1997, p. 1251).

A definição apresentada por Knack e Keefer (1997) reforça a idéia de que o capital social é composto por fatores não econômicos que podem ser sociais, como o conflito no associativismo, ou individuais, como a confiança pessoal.

Estas definições vão ao encontro da idéia de *venture capitalism* de Antonelli e Teubal (2008). Os autores explicam que a economia da inovação e do progresso tecnológico demanda novas instituições para o seu desenvolvimento, no sentido de um arcabouço institucional e de novas regras de comportamento e de relacionamentos.

As falhas de mercado apontadas por Dosi (1988) também podem ser explicadas pela dificuldade de formação de capital social no processo de inovação, principalmente em função da aplicação do conceito de racionalidade limitada<sup>27</sup> que surge em função das limitações dos mecanismos de busca de informações, conforme Nelson e Winter (1982), o que torna o aprendizado do indivíduo dependente da interação com o ambiente. As empresas são igualmente analisadas como organizações, compostas por diversos interesses e atores. Em relação à organização, Nelson e Nelson (2002) discutem a necessidade de inovação organizacional frente ao progresso tecnológico, o que mostra a existência de aprendizado coletivo (organizacional) originado na formação de capital social para a viabilidade do processo de inovação nas empresas.

---

<sup>27</sup> A racionalidade limitada pode ser individual em função do elevado número de informações sobre tecnologias, produtos e processos necessários para a decisão de inovar. A racionalidade pode ser limitada também em função de dificuldades organizacionais que surgem no processo de inovação.

Outra aplicação do capital social é a relação universidade-empresa. A universidade é citada como uma instituição de geração de conhecimento e que é responsável pelo aumento das chances de inovação na economia. Por esta razão, Nelson e Rosenberg (1993) destacam o papel privilegiado da universidade como fator de progresso tecnológico, para os autores:

The important interactions, networks, are not the same in all industries or technologies. We have pointed to differences between systems technologies and chemical technologies in the nature of interindustry interactions. In some technologies universities play a key role, for example, pharmaceutical and computers. In others they play a more modest one, for example, aircraft and steel. Government funding is important in some industries, such as aircraft and agriculture, and unimportant in others. But although its shape and character differ, in virtually all fields one must understand technical advance as proceeding through the work of a community of actors (NELSON e ROSENBERG, 1993, p. 15).

O papel de destaque da universidade como instituição de promoção do progresso tecnológico está no capital social apresentado na relação entre as empresas e a universidade. Esta relação pode ser de densidade ou de extensão. No primeiro caso, a relação reside no tipo de conhecimento necessário para o desenvolvimento de inovações, na visão dos autores, cada vez mais as empresas dependem das universidades para inovarem, o que significa que a relação universidade-empresa necessita de adensamento para o sucesso da inovação e da difusão de novos conhecimentos. A relação de extensão mostra que o aumento do número de empresas reforça a trajetória de uma determinada tecnologia, reduzindo os riscos de adoção. A extensão determina que quanto mais distante da universidade a empresa se situa, mais fraca será a relação, o que segundo Audretsch *et alii* (2005) explicaria a presença do efeito de transbordamento do conhecimento, restrito geograficamente ao redor da universidade.

A restrição geográfica do efeito de transbordamento do conhecimento da universidade e o aumento da probabilidade de inovação das empresas é função do capital social estabelecido entre a universidade e as empresas onde:

(...) new firms in high-technology industries are influenced not only by the traditional regional characteristics, but also by the opportunity to access knowledge generated by universities.  
 (...) the impact of university output on new firm location is sensitive to both the type of knowledge and mechanism used to access that knowledge. Thus, the role of geographic proximity to access university knowledge is not simple and straightforward, but rather depends on the knowledge type and the spillover mechanism (AUDRETSCH *et alii*, 2005, p. 1120-1121).

Não somente o tipo de conhecimento é relevante, conforme apontam Dosi *et alli* (1988), mas também o forma como este conhecimento estabelece a relação entre a universidade e as empresas. A formação de capital social entre a universidade e as empresas é limitada pela localização e pela própria característica da tecnologia envolvida. Tecnologias relativamente novas (na fase inicial de sua trajetória) abrem novas oportunidades, o que facilita o que Audretsch *et alli* (2005) denominam de empreendedorismo.

Para os autores, este empreendedorismo está relacionado com o crescimento de novos conhecimentos que transmitem novas oportunidades econômicas, nas palavras dos autores:

The emergence of knowledge as a basic resource of competitiveness, along with the propensity for knowledge to remain localized, means that locations have new policy opportunities. Entrepreneurs flourish under supportive public policy regimes. By providing high skilled and well-educated students, cities help entrepreneurs find the necessary human capital, which will, subsequently, help develop new ideas and faster growth. Increasing university spending leads to better educated and trained students, as well as improving research activities and enhancing spillovers. Finally, regional and local initiatives can lower the costs of locating close to universities for entrepreneurs (AUDRETSCH *et alli*, 2005, p. 1121).

O papel do capital social na determinação do papel da universidade como uma instituição do apoio à inovação é evidente. Primeiramente, por meio da geração de capital humano para a atividade de inovação. Coleman (1988) e Knack e Keefer (1997) reforçam a idéia de que o capital social é um importante fator na construção de capital humano para a sociedade. Conforme Nelson e Rosenberg (1993) a conexão entre o capital humano presente nas empresas e nas universidades pode ser denominada de capital social e tende a ser o principal fator de referência para a geração de novos conhecimentos.

Estes novos conhecimentos geram a oportunidade de novos negócios. As novas oportunidades tecnológicas são exploradas pelo empreendedor e, conforme Audretsch *et alli* (2005), refletem a estrutura institucional limitada espacialmente e a rede de difusão de conhecimento entre a universidade e as empresas e os novos empreendedores.

A simples presença de universidades não gera aumento do número de inovações, tão pouco aumenta o valor econômico das mesmas. A relação estabelecida entre a instituição universidade e sua geração de capital humano para

as empresas é que abre novas oportunidades de negócio e determina o aumento da qualidade das inovações.

O capital humano, gerado pelas universidades, permeia as empresas e aumenta a conexão entre as mesmas. As empresas também geram capital humano, seja pelo treinamento disponibilizado, seja pelo conhecimento tácito, evidenciado pelo aprendizado de fazer (*learning by doing*). A complementariedade entre o conhecimento codificado e o tácito permeia a importância do capital social, na medida em que aproxima os atores responsáveis pelas diversas fases do processo de inovação.

### 3. A ESTRUTURA ECONÔMICA

A estrutura econômica industrial se relaciona com a inovação e o progresso tecnológico. O foco econômico da teoria schumpeteriana analisa o impacto do comércio internacional, das trajetórias do conhecimento tecnológico e a concentração do mercado sobre a produtividade e capacidade de inovação das empresas. Estes fatores são considerados nesta seção em razão da importância dos mesmos na Economia da Inovação.

#### 3.1 Comércio internacional

A relação entre produtividade e comércio exterior é diretamente proporcional, tanto para as empresas que exportam, como para as empresas que importam. As empresas que exportam apresentam maior produtividade em relação às empresas que não exportam. Contudo, o ganho de produtividade não é consequência direta da entrada no mercado externo, apesar do ganho de escala advindo com as exportações, como destacam Arnold e Hussinger (2005) no seu estudo sobre a produtividade e as exportações das empresas alemãs<sup>28</sup> que confirma a hipótese de *learning-by-exporting*. O aprendizado por exportação é marcado pelas novas

---

<sup>28</sup> Neste estudo os autores confirmam que o ganho de produtividade é anterior à entrada no mercado externo, o que exige investimento prévio por parte das empresas na adequação de seus produtos para os padrões internacionais.



características que a empresa adquire para explorar o mercado internacional, como novos padrões de qualidade, alcançados somente por meio da inovação<sup>29</sup>.

Os ganhos de produtividade estão relacionados ao esforço inovador e ao aumento de escala para as empresas exportadoras e ao acesso a tecnologias e insumos para as empresas importadoras. Em ambos os casos, o comércio internacional aumenta a capacidade de inovação das empresas, contribuindo posteriormente para a elevação da produtividade das mesmas.

A presença de *learning-by-exporting* é relacionada com a hipótese de auto-seleção<sup>30</sup> das empresas para exportação, na medida em que impõe custos fixos para a entrada no mercado internacional. Tais custos limitam o número de empresas que procuram a estratégia de ganho de produtividade para promover exportações, por demandar a promoção de adaptações tecnológicas e consequentemente, investimentos na qualificação da mão de obra e de processos. A incidência de custos de aprendizado para o desenvolvimento de produtos que se adaptem as exigências do mercado externo exige a contratação de mão de obra especializada e não vinculada diretamente à produção.

A análise do comportamento da indústria, frente a variáveis como tecnologia e inovação, sofre influência do padrão do comércio exterior e das demais características específicas da empresa, como o perfil da mão-de-obra, competências e habilidades desenvolvidas para incorporação da nova base tecnológica e principalmente, o impacto destas variáveis na produtividade da empresa. Estas variáveis não são observadas diretamente. Itoh e Kiyono (92) estudando o Japão verificam estas características não observadas diretamente como: a) rede

---

<sup>29</sup> A idéia de aprendizado pelas exportações (*learning-by-exporting*) reflete bem a dinâmica do setor industrial dos países desenvolvidos, onde a qualidade e a diferenciação são os fatores determinantes para a conquista de novos mercados, o que significa que os choques de produtividade causam os ganhos de escala. Todavia, os ganhos de escala reforçam novos ganhos de produtividade. O modelo latino-americano de exportação especializado em commodities é melhor explicado pela escala gerando posteriormente ganhos de produtividade, já que as vantagens de acesso aos recursos naturais determinavam as exportações. O modelo asiático é destacado pela liderança em preços baixos por razões microeconômicas (especialização em produtos baratos), mesoeconômicas (verticalização produtiva), macroeconômica (desvalorização cambial) e institucional (baixa autonomia do Banco Central e centralização de poder nos governos), posteriormente, a explicação do sucesso asiático centralizou-se na capacidade de avanço tecnológico na explicação das exportações, assemelhando-se ao modelo de aprendizado por exportações. Mesmo assim, Araújo (2006) comprova a hipótese de aprendizado pelas exportações nas empresas industriais brasileiras.

<sup>30</sup> A hipótese auto-selação das empresas exportadores confirma a presença de viés de seleção quando se estuda a relação entre característica da empresa ser exportadora e seus ganhos de produtividade.

estabelecida de oferta, b) escala de operação da empresa e c) escala interna da empresa.

Além das constatações apresentadas por Itoh e Kiyono (92), a tecnologia e seus impactos no crescimento, bem como as características estruturais das empresas, não são facilmente previsíveis. O crescimento orientado pela tecnologia possui tendência ao desequilíbrio como aponta Landau (1992). O autor mostra que o crescimento é função: a) do estoque de capital, b) da abertura comercial, c) dos retornos de escala que não são constantes e d) da competição schumpeteriana. A dinâmica tecnológica não é facilmente dedutível e os impactos na estrutura produtiva são afetados pelas quatro variáveis em conjunto. Landau (1992) sustenta que, no longo prazo, o crescimento será função da mudança tecnológica e da qualidade da força de trabalho, todavia, muitos estudos econômicos, sejam teóricos ou empíricos, tentam mostrar a dinâmica da abertura comercial apenas.

A criação e difusão da tecnologia são apresentadas no artigo de Dosi, Orsenigo e Silverberg (1988). Neste trabalho, o comércio é um canal de difusão da tecnologia, refletindo no aumento da produtividade nas empresas, na mudança tecnológica e nas inovações. Para a empresa absorver novos conhecimentos por meio do comércio internacional, ela deve possuir as competências necessárias para dominar novas tecnologias e introduzir inovações.

A qualidade das competências da empresa determina a extensão da inovação<sup>31</sup> e, conseqüentemente, o impacto da produtividade da mesma. A geração e a absorção de conhecimento técnico para o desenvolvimento de inovação não está restrito as condições estruturais da empresa, pois o ambiente influencia diretamente este processo, por meio das instituições e do capital social.

O estudo de Bernard *et alli* (2003) mostra que a capacidade das empresas interagirem com o comércio internacional é determinada por fatores microeconômicos. Estes fatores são decompostos nos custos fixos para exportar (determinados principalmente pelas barreiras geográficas e o tamanho da empresa)

---

<sup>31</sup> A inovação pode ser em produto, processo ou organizacional. A inovação em processo no Brasil é advinda da compra de máquinas e equipamentos (muitas vezes importados) e é a principal forma de inovação. A inovação pode ser também nova para a empresa ou para o mercado, no caso da inovação nova apenas para a empresa, trata-se de difusão tecnológica, já a inovação nova para o mercado (que pode ser o mercado interno ou o externo) caracteriza-se como uma inovação mais próxima da fronteira tecnológica.

e a produtividade da indústria que varia inversamente conforme a idade<sup>32</sup> e diretamente conforme o estoque de capital humano<sup>33</sup>, gastos em pesquisa e desenvolvimento, geração de patentes, entre outros fatores (*inputs*) da inovação<sup>34</sup>.

Além de fatores microeconômicos, o ambiente institucional e a estrutura de mercado também influenciam a capacidade de interação das empresas com o comércio internacional. Em relação ao ambiente institucional, a influência passa pela introdução de inovações que dependem diretamente das instituições e do capital social. Em relação à estrutura de mercado, os setores apresentam diferentes níveis tecnológicos e estruturais que permeiam diferentes efeitos de transbordamento para cada setor.

As diferenças setoriais podem ser verificadas no estudo de Pavcnik (2002) que analisa a abertura comercial do Chile e conclui que os setores que enfrentaram a concorrência externa foram os que mais cresceram - em média entre 3 a 10% de ganho de produtividade acima dos setores *non-tradeables*.

Por fim, De Negri *et alli* (2006) relacionam a condição das empresas serem importadoras ou exportadoras com a condição de serem também inovadoras. Os resultados encontrados mostram uma relação positiva entre as variáveis. A condição de importadora melhora a possibilidade de a empresa ser também uma exportadora, este resultado é encontrado no estudo de De Negri (2005) para as empresas brasileiras. Encontram-se evidências de que a inserção externa da empresa brasileira se relaciona com a sua produtividade e consequentemente, com a sua capacidade de ser exportadora, tornando-se uma empresa *global sourcing*. Estas evidências reforçam a idéia de que fatores externos institucionais e de transbordamento (externalidades) são importantes da adoção e difusão da tecnologia e influenciam a formação dos ganhos de produtividade das empresas.

Verifica-se que o comércio internacional eleva a produtividade das empresas, todavia, o processo não é automático e demanda um esforço de aprimoramento do capital social para captar, por meio das instituições, novas tecnologias e

---

<sup>32</sup> Em relação à idade da empresa e a produtividade da mesma, Söderbon e Teal (2001) mostram que a relação é não linear, na forma de um "U" invertido.

<sup>33</sup> Kahn e Lim (1998) mostram que o aumento da participação de trabalhadores não ligados à produção é uma condição essencial nas empresas exportadoras que apresentam maior capacidade de inovação e produtividade mais elevada.

<sup>34</sup> Ver o Manual de Oslo (OCDE, 2005) para consideração destes fatores.

conhecimento e transformá-los em novos produtos ou processos com potencial de exportação.

As diferenças setoriais também são evidentes. Primeiramente, por meio das diferenças tecnológicas existentes entre os setores (que determinam diferenças institucionais e de capital social). Em segundo lugar, o efeito de transbordamento, advindo justamente do capital social construído em torno da empresa, apresenta diferentes formas em função dos fatores estruturais do setor, como a concentração econômica das empresas que podem ser em função de tamanho ou de localização das empresas.

As diferenças institucionais e do capital social, bem como as diferenças microeconômicas de geração de competências e difusão do conhecimento tecnológico, podem ser observadas também interagindo com as estruturas de mercado. As diferenças estruturais a serem analisadas aqui são a trajetória (específica de uma determinada tecnologia que é analisada em um setor econômico) e a concentração de mercado. Ambos os fatores estruturais são bem conhecidos na literatura evolucionária e schumpeteriana por afetarem a capacidade de inovação dos agentes econômicos.

### 3.2 Trajetória tecnológica

O conceito de trajetória tecnológica foi desenvolvido no artigo de Dosi (1982) e explica que a tecnologia apresenta uma tendência lógica de desenvolvimento a ser seguida.

Conforme Mowery e Rosenberg (2005) a introdução de uma inovação ou mesmo de uma invenção disponibilizam uma gama de modificações e de adequações até que o produto esteja pronto para ser comercializado. Este esforço técnico é o que Dosi (1982) denominou de “resolução de problemas” da empresa, na medida em que a mesma depende de ajustes e de novos conhecimentos para desenvolver novos produtos e processos. Tais desenvolvimentos seguem uma linha ou trajetória, considerados como passos intermediários até o processo final de comercialização.

A trajetória tecnológica está presente dentro de um paradigma tecnológico. O que reforça a idéia de que a evolução das invenções e o desenvolvimento de

inovações dependem do conhecimento acumulado no passado. Mesmo uma inovação radical é marcada pelo processo de acumulação de conhecimento e sujeita a incerteza frente à aceitação do novo produto ou processo, principalmente em função do desconhecimento do potencial comercial das mesmas, além da concorrência de outras tecnologias e inovações.

Para Mowery e Rosenberg (2005) as empresas enfrentam um esforço antes do lançamento da inovação no mercado. Este esforço compreende a redução de custos, o redesenho para maior conveniência do produto, além de adaptações da produção e da organização da empresa. As mudanças organizacionais compreendem ajustes na estrutura organizacional interna da empresa, mas também ajustes externos, voltados para a cadeia produtiva na qual a empresa se insere, como fornecedores e distribuidores<sup>35</sup>.

A evolução tecnológica e o lançamento de inovações no mercado seguem uma trajetória que compreende vários elementos e formam um arcabouço complexo e diferenciado para cada país, setor, região e tecnologia (ou *pool tecnológico*). Estas diferenças mostram que a evolução tecnológica depende do ambiente econômico e social considerados. Em relação ao ambiente econômico, as estruturas de mercado são relevantes, bem como a demanda e as oportunidades comerciais envolvidas em cada situação. Em relação ao ambiente social, as instituições envolvidas, bem como o capital social, são diferentes para cada caso.

De forma sintética, pode-se afirmar que cada tecnologia segue sua própria trajetória em virtude das diferenças dos agentes econômicos e do ambiente em que estes estão inseridos. Além de que as trajetórias podem se cruzar ou causar efeitos de transbordamentos para outros setores, como afirmam Mowery e Rosenberg (2005), na medida em que invenções e inovações podem ser “oriundas de outras indústrias” e ser utilizadas para outras aplicações e oportunidades.

As diferenças institucionais sobre a evolução tecnológica são afirmadas também no artigo de Dosi (1982). Para o autor, o advento de uma inovação e o progresso do conhecimento dependem das instituições inseridas no desenvolvimento tecnológico. As diferenças institucionais (e de capital social)

---

<sup>35</sup> Esta discussão se aproxima de Williamson (1975) sobre a estrutura de governança e verticalização inerentes à mudança organizacional do mercado frente a mudanças institucionais (como o desenvolvimento de inovações).

contribuem para reforçar a manutenção das diferenças entre as empresas (por exemplo, na composição do seu capital humano ou na decisão de adoção de uma nova tecnologia). Por outro lado, a relação entre a empresa e as instituições forma diferentes estruturas de capital social.

Sobre a complexidade do processo de inovação na economia, Mowery e Rosenberg (2005) mostram que o ambiente institucional é essencial para a evolução do conhecimento e o advento das inovações, todavia, o ambiente institucional é formado mais pela necessidade de acúmulo de conhecimento externo à empresa, do que para determinação de decisões precisas e 'ótimas'. Este conhecimento externo simplesmente não pertence às empresas, pois está inserido no domínio de universidades e centros de pesquisa (que podem ser públicos ou financiados com recursos públicos) e possuem pesquisadores especialistas em áreas de conhecimento, ajudando às empresas nas tarefas envolvidas com o processo de inovação (como planejar, desenhar, reduzir custos, entre outras).

Outro elemento que envolve incerteza na evolução tecnológica é possibilidade de surgimento de uma inovação ou de uma invenção antes mesmo da existência formal de uma teoria que explique o evento, para Conforme Mowery e Rosenberg (2005):

as novas tecnologias mais importantes de modo algum tem sido sempre dependentes de novos conhecimentos científicos. A inovação foi sendo forjada durante o século XX tanto a partir de conhecimentos tecnológicos já existentes quanto da 'ciência' e, em alguns casos célebres, as inovações tecnológicas apareceram antes das teorias que explicaram sua performance ou seu desenho (MOWERY e ROSENBERG, 2005, p. 19).

Percebe-se que as trajetórias tecnológicas são explicadas pela existência de muitas tecnologias concorrentes e em fases diferentes de maturação em um paradigma tecnológico. Estas diferenças podem ser creditadas a elementos microeconômicos e institucionais que são essenciais ao processo de desenvolvimento tecnológico e produção de inovações.

As diferenças microeconômicas apontadas pela literatura dizem respeito as diferentes oportunidades tecnológicas e a composição do capital humano, bem como a estrutura de mercado considerada. As diferenças microeconômicas pertencentes à empresa fogem à análise deste artigo, mas as diferenças estruturais

de concentração do mercado dependem de fatores institucionais e históricos que são do ambiente no qual a empresa está inserida.

### 3.3 Concentração de mercado

A idéia de concentração de mercado na economia é composta por duas vertentes de análise. A primeira analisa o tamanho das empresas. Já a segunda considera a distribuição espacial das empresas.

Em relação ao tamanho das empresas, a idéia defendida pela literatura schumpeteriana é de que as grandes empresas inovam mais do que as empresas de porte menor. Os setores industriais com maior presença de grandes empresas, ou que possuem maior participação de mercado (*market share*) nas mãos de grandes empresas (ou seja, são mercados mais concentrados) estão mais sujeitos ao desenvolvimento de inovações em relação aos mercados menos concentrados.

A concentração para Acs e Audretsch (1987) é determinante para a geração de inovações, para os autores:

In general, the empirical results support the modified Schumpeterian hypothesis that the relative innovative advantage of large and small firms is determined by the extent to which a market is characterized by imperfect competition. Industries which are capital-intensive, concentrated, and advertising-intensive tend to promote the innovative advantage in large firms. The small-firm innovative advantage, however, tends to occur in industries in the early stages of the life-cycle, where total innovation and the use of skilled labor play a large role, and where large firms comprise a high share of the market. At least for these industries, the conclusion of Scherer (1980) that markets composed of a diversity of firm sizes are perhaps the most conducive to innovative activity is reinforced (ACS e AUDRETSCH, 1987, p. 573).

Para Acs e Audretsch (1987) a inovação difere frente ao tamanho das empresas, favorecendo as empresas maiores em setores com tecnologias 'maduras'. Em setores que experimentam crescimento de novas tecnologias ou são setores novos economicamente, as pequenas empresas levam vantagem e são as mais inovadoras.

Esta diferença está estabelecida também nas instituições que acompanham o progresso tecnológico. Nos setores novos onde a tecnologia está se desenvolvendo na sua fase inicial, a universidade possui um papel destacado na geração e transferência (difusão) do conhecimento tecnológico que alimentará o desenvolvimento de inovações. Além das universidades, podem ser destacados os

centros tecnológicos e as incubadoras como instituições de apoio às pequenas empresas e ao empreendedorismo de produtos e processos com altos índices de tecnologia incorporada.

O papel destacado anteriormente das universidades e demais instituições de desenvolvimento e difusão de tecnologia é analisado frente ao limite geográfico dos efeitos de transbordamento do conhecimento para as empresas<sup>36</sup>.

Independentemente do foco de concentração considerado (tamanho ou localização), Artés (2009) faz uma revisão da literatura que analisa a concentração de mercado e o desenvolvimento de inovações. O autor critica a definição de concentração de mercado por apenas uma variável nos estudos analisados.

Resultados diferentes aparecem de acordo com o foco considerado em diversos estudos empíricos, o que conduz à conclusão de que as diferenças de concentração aumentam as chances de a empresa ser inovadora. Esta concentração diverge justamente em função da estrutura setorial e das instituições. Lööf e Broström (2008) analisam os efeitos de transbordamento na Suécia entre a universidade e as empresas e verificam que as empresas maiores<sup>37</sup> são as que mais colaboram com as universidades. Boitani e Cicioti (1990) analisam a Itália e verificam grandes diferenças de registro de patentes entre regiões que espelham diferenças setoriais. Já Haal e Ziedonis (2001) analisam o setor de semicondutores norte-americano e encontram evidências de que as grandes empresas geram mais patentes.

Estas diferenças de concentração refletem diferenças de estrutura microeconômica e da estrutura institucional inserida na análise conduzida. O desenvolvimento de conhecimento técnico molda a forma como a concentração será apresentada no mercado. As diferenças percebidas em relação às duas formas de

---

<sup>36</sup> Considerado uma externalidade positiva do conhecimento. Os principais efeitos de transbordamento analisados na literatura econômica para a proximidade entre os agentes econômicos e institucionais são: a) do capital humano – ver Araújo e Mendonça (2006) para a discussão do tema e análise do caso no Brasil; b) de pesquisa e desenvolvimento (P&D) – ver Schiff e Wang (2002) para uma discussão do impacto setorial do transbordamento do conhecimento do P&D entre países (norte-sul) via comércio internacional e Griliches (1992) para uma revisão teórica do assunto; c) conhecimento – ver Adams (1990); d) investimento direto estrangeiro – ver Helpman *et alli* (2004) para a discussão dos dois tipos de investimento (estrangeiro no país e de empresas do país no exterior); e) empreendedorismo e taxa de inovação – ver Acs e Audretsch (1987).

<sup>37</sup> Estas empresas ainda apresentam maior intensidade em gastos com P&D, mais patentes, mais inovações orientadas para a demanda, maior participação de produtos inovadores nas vendas totais, maior propensão para aplicar patentes, mais capital humano, maior intensidade de exportação.



concentração são de mecanismos de política tecnológica e dos incentivos à inovação.

Para a concentração de mercado, a presença de grandes empresas possibilita que custos fixos do desenvolvimento de inovações sejam mais absorvidos com maior facilidade. Por outro lado, estas empresas também lidam melhor com oportunidades de comércio externo e formação de capital social em relação ao ambiente e as divergências espaciais de concentração.

Estas divergências mostram que a análise da distribuição das empresas frente ao mercado é fundamental para o entendimento do processo de inovação e ganhos de produtividade, assim como a investigação do papel das instituições na construção do conhecimento. A geração de conhecimento tecnológico e de capital social é evidente em qualquer forma de concentração, a apresentação e alcance dos mesmos são diferentes. Kamann e Nijcamp (1990) mostram que o desenvolvimento de novos produtos e tecnologias articulam uma nova rede, com diferentes atores envolvidos. Já Peretto e Smulders (2002) mostram que a variedade do conhecimento e não apenas seu volume amplia o efeito de transbordamento considerado. Verifica-se que o efeito da concentração é positivo sobre o desenvolvimento tecnológico e de inovações, porém, esta depende da estrutura institucional particular para cada caso e setor econômico considerado.

Os efeitos da concentração do mercado mostram-se positivos para o desenvolvimento de inovações e a evolução tecnológica. A forma de apresentação do mercado concentrado demanda instituições diferentes e formação de capital social específico. A análise prévia do entendimento do papel e da contribuição do ambiente social sobre a indústria e as empresas é fundamental para a determinação de políticas de estímulo ao desenvolvimento tecnológico, iluminando o entendimento de como as estratégias microeconômicas são definidas frente às forças sócio-econômicas do crescimento.

A concentração de mercado passa a ser justificada como um fator do crescimento econômico e aumento da competitividade (internacional). A defesa do livre mercado na literatura ortodoxa mostra que a concentração pode não ser benéfica ao bem-estar do consumidor. A necessidade ou não de intervenção em virtude da formação de falhas de mercado pode justamente residir na falta de instituições que dividam a responsabilidade (e os ganhos) do progresso tecnológico.

A falta da construção de capital social específico para cada tipo de mercado pode inviabilizar a concorrência, retardando o desenvolvimento tecnológico ou mesmo atrasando a introdução de inovações.

Por fim, salienta-se que a formação de redes e parcerias (capital social) é uma tendência estratégica de aumento da competitividade tecnológica da indústria nas últimas décadas<sup>38</sup>. A aproximação entre as empresas e os demais atores institucionais amplia o desenvolvimento tecnológico e das inovações. Todavia, o processo de formação destas redes de capital social é muito importante e deve ser analisado assim como os próprios objetos econômicos tradicionalmente analisados (como a inovação ou o ganho de produtividade). Percebe-se que a velocidade do progresso tecnológico depende diretamente de como as instituições são construídas e adaptadas para cada indústria por meio do capital social.

As conclusões verificadas na literatura econômica mostram que a análise setorial deve ser valorizada como um instrumento de entendimento da evolução tecnológica da economia, em razão da importância da estrutura setorial no processo de desenvolvimento das inovações e na evolução da tecnologia. Desta forma, deve-se ampliar a análise das competências microeconômicas do processo de inovação de acordo com o perfil setorial e de acordo com as características institucionais relevantes. Este foco de análise é composto pelas competências econômicas (individuais e setoriais) e sociais (institucionais e a formação de capital social) do processo de inovação. Estas conclusões estão resumidas no quadro 1 a seguir.

	Característica	Impacto sobre a inovação
Estrutura econômica	Trajetória tecnológica	Conhecimento acumulado amplia as inovações
	Infraestrutura (física e tecnológica)	Insumo básico para a geração e aplicação do conhecimento
	Paradigma tecnológico	Variedade de tecnologias ( <i>pool</i> de tecnologias)
	Tamanho da empresa	Empresas maiores inovam mais, diluindo os custos fixos de P&D&I

<sup>38</sup> Ver Porter (1998) para uma revisão das estratégias de cooperação entre empresas e os demais fatores de vantagem competitiva.

		(fator de escala)
	Concentração espacial	Amplia circulação de conhecimento pela formação de capital social
	Concentração de mercado	Empresas maiores e concorrência por diferenciação de produtos
	Comércio internacional	Aumento de escala, acesso a novos insumos, tecnologias, produtos e processos; necessidade de padronização nas normas internacionais puxa o aumento das competências para inovação na empresa
Estrutura social	Instituições formais: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estrutura legal: leis, direito de propriedade, contratos, etc;</li> <li>2. Atores: governo, sistema financeiro, universidades, etc;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Garantem a propriedade do conhecimento e a apropriação do lucro da inovação;</li> <li>2. Garantem o funcionamento das regras (estrutura legal), geração e disponibilização de recursos para a P&amp;D&amp;I (conhecimento, financiamento, etc);</li> </ol>
	Instituições informais: costumes, hábitos, etc;	Impactam o mercado de trabalho (capital humano), a formação de contratos (capital social) e o hábito de consumo (demanda);
	Capital social formal: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Extensão: número de atores, número de pesquisadores em determinada área de conhecimento;</li> <li>2. Densidade: volume de conhecimento acumulado transmitido entre os atores;</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Efeito de escala e aumento do conhecimento acumulado geram mais inovações. As imitações também podem aumentar;</li> <li>2. Aumento do capital social, conduz ao aumento do volume e do impacto das inovações;</li> </ol>
	Capital social informal	Aumento da circulação do conhecimento, aumento o número de inovações, mas pode reduzir o impacto econômico pelo aumento da imitação

QUADRO 1: IMPACTO DAS CARACTERÍSTICAS SETORIAIS E INSTITUCIONAIS SOBRE O PROCESSO DE INOVAÇÃO

FONTE: O autor (2009).

#### 4. CONCLUSÃO

A análise da estrutura institucional, incluindo a formação de capital social, aponta a existência de diferenças micro e mesoeconômicas na evolução tecnológica e no desenvolvimento de inovações. Seja em relação às características individuais da empresa e a posse de competências (análise esta que foge ao escopo deste trabalho), seja em relação ao ambiente econômico no qual a empresa está inserida, como as características próprias da estrutura de mercado, as características tecnológicas ou de comércio exterior, a evolução tecnológica e o desenvolvimento das inovações. Onde, o ambiente econômico chama à atenção para o entendimento das características da indústria como um importante elo no estudo da tecnologia e da inovação na economia.

O ponto central identificado neste artigo é o papel das instituições sobre o desenvolvimento tecnológico e as inovações. A literatura schumpeteriana destaca como as instituições são importantes na evolução tecnológica da indústria. Um novo elemento introduzido nesta análise nos últimos anos é o capital social, como elemento de análise da forma como o ambiente externo influencia as decisões microeconômicas.

A definição do conceito de instituições é cercada de contradições na literatura econômica, na medida em que ela pode representar idéias e contextos diferentes. A introdução do conceito de capital social pode também cair na mesma armadilha, na medida em que designa situações específicas que sobrepõem o conceito de instituição e por ser um objeto igualmente generalista e permitir diversas interpretações e usos.

Apesar destes problemas conceituais, as instituições e o capital social possuem um papel destacado na evolução da estrutura econômica envolvida com a tecnologia e a inovação. As instituições e o capital social são componentes sociais envolvidos com o ambiente econômico voltado ao progresso tecnológico e as inovações. Na visão schumpeteriana, a análise do ambiente é tão importante quanto à constatação do resultado econômico final da aplicação da tecnologia. Principalmente porque o ambiente envolve a estrutura de formação do conhecimento que será a fonte básica do progresso tecnológico e das inovações.

Este ambiente externo envolve características econômicas e sociais. As variáveis sociais estão contextualizadas na contribuição das instituições e do capital social sobre o desenvolvimento tecnológico. As variáveis econômicas permeiam as estrutura macro e mesoeconômicas. A discussão deste trabalho reside nas características mesoeconômicas envolvidas com o ambiente tecnológico e com o desenvolvimento de inovações. Estas características, na literatura schumpeteriana, são: a trajetória tecnológica, a concentração de mercado e o comércio internacional.

O entendimento do contexto econômico juntamente com o ambiente institucional é essencial na literatura schumpeteriana, independentemente do foco adotado (macro, setorial, regional ou tecnológico). Todavia, novas contribuições devem ser apresentadas para uma melhor definição das instituições e do capital social, sem a apresentação de formas generalistas, com o intuito de captar as diferentes oportunidades econômicas abertas pelo progresso técnico e pelas inovações, de acordo com as características do setor, suas instituições e competências internas das empresas.

Conceitualmente, a utilização do termo instituição como tecnologia social é um avanço da literatura schumpeteriana, conforme sugerem Nelson e Sampat (2001), bem como a sua relação com a estrutura da indústria e das empresas. Neste sentido, encoraja-se o estudo específico dos efeitos das instituições sobre cada indústria, bem como suas especificidades, formando um efeito do tipo “guarda-chuva”, por meio do envolvimento de subáreas ou interligações, explicando o comportamento específico das instituições conforme a situação do capital social, de acordo com a indústria considerada. Por exemplo, as instituições ligadas ao P&D, as instituições que explicam os hábitos do consumidor e as novas oportunidades de inovação, entre outras.

A utilização do termo capital social como a formação de redes entre diversos indivíduos envolvidos com a geração de conhecimento tecnológico e com a introdução de inovações, em diferentes ambientes (econômico e social) deve contribuir com a discussão das particularidades do processo de inovação e a geração de conhecimento tecnológico. Relações entre empresas ou entre universidades e empresas, assim como outros indivíduos, como o governo ou centros de pesquisa, são importantes focos de análise do capital social como fator de promoção do desenvolvimento econômico por meio da evolução tecnológica.

A estrutura econômica considerada na literatura schumpeteriana diz respeito a influência da concentração de mercado e do comércio internacional, vistos como importantes características estruturais da capacidade de inovação e da trajetória da tecnologia particular para cada indústria.

Estas características estruturais reforçam a idéia de que a indústria é um importante foco de análise do desenvolvimento tecnológico e do processo de inovação. Cada indústria apresenta diferentes características de comércio internacional, de concentração e de trajetória de tecnologias.

A indústria por sua vez apresenta diferenças institucionais e de formação de capital social que reforçam, juntamente com as diferenças estruturais da economia, a capacidade de desenvolvimento de conhecimento tecnológico e de geração de inovações. O que explica as diferenças setoriais de crescimento e principalmente as diferenças tecnológicas verificadas entre as indústrias.

A participação da indústria no comércio internacional varia. A determinação da razão destas variações entre as indústrias pode ser explicada pelo papel das instituições no desenvolvimento tecnológico e na introdução de inovações, bem como no capital social, principalmente na relação universidade-empresa. Tais diferenças determinam diferentes apropriações de conhecimento e diferenças tecnológicas entre as indústrias. A maior capacidade de inovação é um fator de acesso ao mercado internacional. O maior volume de exportações é determinado por uma maior capacidade de aprendizado das empresas, denominado neste caso de *learning-by-exporting*. Esta capacidade de aprendizado se reflete no maior volume de inovações e conseqüentemente de exportações. Todavia, o caminho é de mão dupla. As empresas com maior nível de aprendizado (que absorvem mais conhecimento) também são aquelas que importam mais (a importação é uma importante forma de aprendizado e interação com novas tecnologias, produtos e processos). Percebe-se que as diferenças institucionais e de capital social explicam e são explicadas pelo acesso ao mercado internacional na indústria.

Em relação à concentração de mercado, a literatura schumpeteriana vem insistindo na vantagem da concentração no desenvolvimento de inovações. Esta concentração pode ser de mercado (empresas maiores) ou regional (empresas concentradas espacialmente). As duas formas de concentração dão evidências de se relacionarem com o aumento da capacidade de inovação na economia.

Porém, para cada tipo de inovação, as instituições e o capital social diferem. A concentração regional estabelece uma forma de aproximação entre a universidade e o empreendedorismo tecnológico, com destaque para indústrias novas ou que experimentam uma nova trajetória tecnológica. Já a concentração de mercado, mostra uma relação mais estável e independente da grande empresa frente às instituições, estabelecendo parcerias e acordos de cooperação, bem como verticalizações ao longo da cadeia produtiva.

Percebe-se que mesmo o comércio internacional pode diferir entre indústrias em razão da concentração, onde as empresas maiores acessam mais o mercado internacional por suportarem mais os custos fixos de entrada no mercado internacional.

A estrutura econômica onde as empresas se inserem apresenta fatores que são interdependentes. Esta análise geralmente é subdividida, isolando os fatores. Apesar do aumento da complexidade envolvida na análise, teoricamente, justifica-se uma análise holística, pois a estrutura econômica da indústria influencia (e também é influenciada) pelo comportamento das empresas, bem como influencia (e é influenciada) pelo comportamento das instituições conectadas pelo capital social. Em outras palavras, a linha de pesquisa schumpeteriana liga as competências microeconômicas da empresa com a estrutura econômica e o ambiente institucional para determinar a evolução da tecnologia e o desenvolvimento das inovações.

O ambiente externo (econômico e social) está interrelacionado com o progresso tecnológico e o desenvolvimento de inovações. Esta análise deve incorporar uma abordagem setorialista que reflita as diferenças de comércio exterior, as propriedades específicas das trajetórias das tecnologias de cada indústria, bem como a concentração existente na mesma. Esta estrutura industrial deve ser acompanhada da análise das condições institucionais e do capital social de cada indústria. Por meio do comportamento da indústria, as diferenças microeconômicas da inovação e da produtividade, tão destacadas na literatura schumpeteriana por meio da hipótese de heterogeneidade das empresas, podem ser verificadas.

Por este raciocínio, as diferenças entre as empresas não são explicadas apenas por características microeconômicas, mas também pelas diferenças do ambiente no qual a empresa se insere. O ambiente reflete as condições econômicas gerais (da indústria ou macroeconômicas) e sociais, o que leva a indústria a

incorporar estas diferenças estruturais. A heterogeneidade também pode ser analisada nas instituições e no capital social de cada indústria (ou nas diferentes formas de como uma instituição se relaciona com cada indústria, por meio de diferenças de capital social).

A contribuição deste artigo reside na verificação de que o plano de pesquisa schumpeteriano para o desenvolvimento de inovações e do progresso tecnológico é holístico e as características microeconômicas (apesar de serem diferentes) são igualmente dependentes do ambiente no qual a empresa se insere. Esta análise deve incorporar fatores econômicos (micro e mesoeconômicos) e sociais (como as instituições e o capital social) para explicar as diferenças na introdução de inovações e nos diferentes impactos econômicos verificados por meio das mesmas nas próprias empresas.

## REFERÊNCIAS

ACS, ZJ; AUDRETSCH, DB (1987). Innovation, market structure, and firm size. The Review of Economics and Statistics, volume 69, number 4, p. 567-574.

ADAMS, JD (1990). Fundamental stocks of knowledge and productivity growth. The Journal of Political Economy, volume 98, number 4, p. 673-702.

ANTONELLI, C; TEUBAL, M (2008). Knowledge-intensive property rights and the evolution of venture capitalism. Journal of Institutional Economics, volume 4, number 2, p. 163-182.

ARAÚJO, Bruno César Pino oliveira de (2006). Análise empírica dos efeitos ex-post das exportações sobre a produtividade, emprego e renda das empresas brasileiras. Salvador: ANPEC, XXIV Encontro Nacional de Economia.

ARAÚJO, RD de; MENDONÇA, MAA de (2006). Mobilidade de trabalhadores e efeitos de transbordamento entre empresas transnacionais e domésticos. In: DE NEGRI, JA; DE NEGRI, F; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA.



ARNOLD, Jens Mathias; HUSSINGER, Katrin (2005). Export behavior and firm productivity in German manufacturing: a firm-level analysis. Review of World Economics, volume 141, number 2.

ARTÉS, J (2009). Long-run versus short-run decisions: R&D and market structure in spanish firms. Research Policy, volume 38, p. 120-132.

BERNARD, Andrew B; EATON, Jonathan; JENSEN, J Bradford; KORTUM, Samuel (2003). Plants and productivity in international trade. The American Economic Review, volume 93, number 4, p.1268-1290.

BOITANI, A; CICIOTI, E (1990). Patents as indicators of innovative performance at the regional level. In: CAPPELIN, R; NIJKAMP, P. The spatial context of technological development. Aldershot: Avebury, p. 139-163.

CIMOLI, M; CORREA, N; KATZ, J; STUDART, R (2003). Institutional requirements for market-led development in Latin America. Santiago: CEPAL – series informes y estudios especiales.

COLEMAN, JS (1988). Social capital in the creation of human capital. The American Journal of Sociology, volume 94 – Supplement: Organizations and Institutions: sociological and economic approaches to the analysis of social structure, p. S95-S120.

DASGUPTA, P; SERAGELDIN, I (2000). Social capital: a multifaceted perspective. Washington: World Bank.

DE NEGRI, Fernanda (2005). Padrões tecnológicos e de comércio exterior das firmas brasileiras. In: DE NEGRI, João Alberto; SALERMO, Mario Sergio. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, p. 75-118.

DE NEGRI, Fernanda; DE NEGRI, João Alberto; COELHO, Danilo; TURCHI, Lenita (2006). Tecnologia, exportação e emprego. In: DE NEGRI, Fernanda; DE NEGRI, João Alberto; COELHO, Danilo. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA, p.17-50.

DOSI, G (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and direction of the technical change. Research Policy, volume 11, p. 147-162.

DOSI, G (1988). Institutions and markets in a dynamic world. The Manchester School of Economics & Social Studies, volume 56, number 2, p. 119-146.

DOSI, G; ORSENIGO, L; SILVERBERG, G. (1988). Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. The Economic Journal, 98, p. 1032-1054.

EDQUIST, C; JOHNSON, B (1997). Institutions and organizations in systems of innovation. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. London: Routledge, p. 41-63.

GEROSKI, PA (2000). Models of technology diffusion. Research Policy, volume 29, p.603-625.

GRILICHES, Z (1992).The search for R&D spillovers. The Scandinavian Journal of Economics, supplement - Proceedings of a Symposium on Productivity Concepts and Measurement Problems: Welfare, Quality and Productivity in the Service Industries, p. S29-S47.

HAAL, BH; ZIEDONIS, RH (2001). The patent paradox revisited: an empirical study of patenting in the U.S. semiconductor industry, 1979-1995. RAND Journal of Economics, volume 32, number 1, p. 101-128.

HELPMAN, E; MELITZ, MJ; YEAPLE, SR (2004). Export versus FDI with heterogeneous firms. American Economic Review, volume 94, number 1, p. 300-316.

ITOH, Motoshige; KIYONO; Kazuharu (1992). The trade and industrial policies of postwar Japan: a theoretical perspective. In: HICKMAN, Bert G. International Productivity and Competitiveness. Oxford: Oxford University, p.345-363.

KAHN, JÁ; LIM, J (1998). Skilled labor-augmenting technical progress in US manufacturing. Quarterly Journal of Economics, volume 113, issue 4, p. 1281-1308.

KAMANN, DJK; NIJKAMP, P (1990). Technogenesis: incubation and diffusion. In: CAPPELLIN, R; NIJKAMP, P. The spatial context of technological development. Aldershot: Avebury, p. 257-301.

KING, RG; LEVINE, R (1993). Finance and growth: Schumpeter might be right. Quarterly Journal of Economics, volume 108, issue 3, p. 717-737.

KNACK, S; KEEFER, P (1997). Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigators. The Quarterly Journal of Economics, volume 112, number 4, p. 1251-1288.

LANDAU, Ralph (1992). Technology, capital formation, and US competitiveness. In: HICKMAN, Bert G. International Productivity and Competitiveness. Oxford: Oxford University, p.299-325.

LÖÖF, H; BROSTRÖM, A (2008). Does knowledge diffusion between university and industry increase innovativeness? Journal of Technology Transfer, volume 33, p. 73-90.

MOWERY, DC; ROSENBERG, N (2005). Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Campinas: Unicamp.

NELSON, RR; PHELPS, ES (1966). Investments in humans, technological diffusion, and economic growth. The American Economic Review, volume 56, number 1/2, p. 69-75.

NELSON, RR; ROSEMBERG, N (1993). Technical innovation and national systems. In: NELSON, RR. National innovation systems: a comparative analysis. Oxford: Oxford University, p. 3-21.

NELSON, RR; SAMPAT, BN (2001). Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. Journal of Economic Behavior & Organization, volume 44, p. 31-54.

NELSON, RR; NELSON, K (2002). Technology, institutions, and innovation system. Research Policy, volume 31, p.265-272.

OECD (2005). Oslo manual: guidelines for collecting and interpreting innovation data. Paris: OECD.

PAVCNIK, Nina (2002). Trade liberalization, ext and productivity improvements: evidence from Chilean plants. Review of Economics Studies, volume 69, number 1, p.245-276.

PERETTO, P; SMULDERS, S (2002). Technological distance, growth, and scale effects. The Economic Journal, volume 112, issue 481, p. 603-624.

PORTER, ME (1998). The competitive advantage of nations: with a new introduction. New York :Free Press.

PUTNAM, R (2001). Social capital: measurement and consequences. Paris: OECD.

ROSENBERG, N (1982). Inside the black box: technology and economics. New York: Cambridge University.

SCHIFF, M; WANG, Y (2002). Trade-related technology diffusion and the dynamics of north-south and south-south integration. Washington: World Bank – Policy Research Working Paper number 2861.

SÖDERBON, M; TEAL, F (2001). Skills investment and exports from manufacturing firms in Africa. The Journal of Development Studies, volume 37, number 2, p.13-43.

WILLIAMSON, OE (1975). Markets and hierarchies: analysis and antitrust implications. New York: Free Press.

## **CONDIÇÕES ECONÔMICAS E INSTITUCIONAIS DO PROCESSO DE INOVAÇÃO: PROPOSTA DE UM MODELO SISTÊMICO DE INVESTIGAÇÃO DO PROGRESSO TECNOLÓGICO E O DESENVOLVIMENTO DE INOVAÇÕES NA INDÚSTRIA**

### **RESUMO**

Este artigo busca analisar a dinâmica do processo de inovação na economia. Analisa-se a estrutura econômica e as condições sociais envolvidas no progresso tecnológico e a promoção de inovações. A estrutura econômica é considerada frente às características da empresa inovadora e o acúmulo de competências dedicadas à inovação. As condições sociais são analisadas frente o papel das instituições no processo de inovação. A análise destas condições para a promoção das inovações é construída por meio dos modelos sistêmicos de inovação. Fatos estilizados na literatura são verificados e comprovam as condições microeconômicas, setoriais, regionais e institucionais no desenvolvimento das inovações.

Palavras-chave: Inovação sistêmica, Sistema setorial de inovação, Sistema nacional de inovação, Sistema regional de inovação, Sistema tecnológico.

### **ABSTRACT**

This article seeks to analyze the dynamics of innovation in the economy. It analyzes the economic structure and social conditions involved in promoting technological progress and innovations. The economic structure is considered against the requirements of the innovator and the accumulation of capabilities dedicated to innovation. The social conditions are analyzed using the role of institutions in the innovation process. The analysis of these conditions for the promotion of innovation is built by systemic models of innovation. Stylized Facts in literature are verified and microeconomic, sectoral, regional and institutional conditions into the development of innovations are confirmed.

Key words: Systemic innovation, Sectoral innovation system, National innovation system, Regional innovation system, Technology system.

JEL: O31, O33, O43, P51

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de inovação assumiu um importante papel na determinação do crescimento e do desenvolvimento econômico. Várias linhas de pesquisa na economia buscam explicar como surge o progresso tecnológico e como este desenvolve as inovações. A contribuição deste artigo está na discussão sobre o papel da inovação na economia, bem como a proposição de um modelo teórico (baseado em fatos empíricos) que explique a dinâmica do progresso tecnológico e sua relação com a inovação. Para tal, este artigo se insere na rica discussão da literatura schumpeteriana sobre o progresso tecnológico e o ambiente inerente ao processo inovador.

O ponto de partida deste artigo é a definição de como a teoria econômica visualiza o processo de inovação. Desde o acúmulo de competências até a verificação de que a empresa necessita interagir com outros agentes (sociais) para aprender a manusear um novo conhecimento tecnológico.

O papel social no desenvolvimento das inovações é apresentado na definição das instituições e da formação do capital social. Verifica-se que a relação entre a empresa e as instituições é limitada pela estrutura econômica, geográfica e tecnológica que formam o capital social, definido como a rede de relacionamento entre as firmas envolvidas com o progresso tecnológico e o desenvolvimento de inovações. Percebe-se que o conceito de instituição na economia é amplo e vago. Nelson e Sampat (2002) criticam esta falta de critério e mostram que a definição de instituição é usada desde a definição de regras e comportamentos sociais formais e informais (como leis e direitos de propriedade e hábitos e costumes respectivamente) até a caracterização de atores sociais, como universidades e centros de pesquisa.

A construção teórica do ambiente inovador passa pela definição dos sistemas de inovação, apresentada no trabalho seminal de Freeman (1987). Na literatura schumpeteriana estes sistemas são apresentados em quatro modalidades que são formas de estruturar a dinâmica do processo de inovação na economia. Estes sistemas são apresentados na seção 2, a qual analisa o sistema nacional de inovação (SNI) definido nos artigos seminais de Lundvall (1992) e Nelson (1993), o sistema setorial de inovação (SSI) apresentado em Malerba (1997), o sistema

regional de inovação (SRI) conforme Cooke (1992) e Cooke *et alli* (1997) e o sistema tecnológico (ST) desenvolvido no trabalho de Carlsson e Jacobson (1997).

A seção 3 analisa as duas semelhanças encontradas em todos os sistemas de inovação que são o papel das instituições e as características microeconômicas da empresa inovadora. Estas duas características são justamente os elementos de formação do capital social (rede de contatos e relacionamentos) que impulsiona o progresso tecnológico e as inovações.

A seção 4 se dedica a identificação dos fatos estilizados verificados em estudos e dados sobre a inovação no Brasil. Utilizando-se as conclusões alcançadas pelos estudos pioneiros e por meio dos dados da PINTEC (IBGE, 2005) pode-se verificar que a inovação possui competências microeconômicas (*capabilities*), diferenças setoriais, regionais e de estrutura econômica (como acesso ao mercado internacional e concentração de mercado). Estas características são determinantes para explicar a heterogeneidade das empresas e indústrias frente ao processo de inovação.

A conclusão na última seção deste artigo resume a problemática de estudo do processo de inovação na indústria. Estas conclusões são agrupadas com o intuito de modelar uma estratégia de análise da inovação na indústria, com finalidade de fomentar estudos futuros e auxiliar a definição de políticas públicas de desenvolvimento tecnológico e promoção da inovação na economia.

## 2. TEORIA DE BASE

A contribuição original na economia em relação à inovação é creditada a Schumpeter, sua teoria tem influenciado trabalhos que partem da importância da inovação como força de indução do crescimento econômico. As consequências econômicas são amplamente unânimes nesta linha de pesquisa: i) não existência de equilíbrios; ii) a geração de lucros acima da média para o inovador (quase-renda, por serem passageiros); iii) criação-destruidora; iv) as inovações podem ser incrementais ou radicais (que explicam o potencial de iii).

A partir do trabalho de Nelson e Winter (1982) a inovação passa a ser relacionada com a construção de habilidades e competências<sup>39</sup>. A economia evolucionária analisa o processo de busca destas habilidades, bem como o processo de aprendizagem na assimilação destas pelas organizações para o desenvolvimento de inovações.

A inovação depende de uma ampla gama de fatores externos para ser implementada. Esta característica justifica o estudo da inovação sob a forma de sistemas, em virtude do desenvolvimento tecnológico e das inovações serem específicos para cada indústria. A análise de sistemas já existia na literatura econômica sob a ótica da produção, desde List até Marshall. Cooke (2001) resume bem esta evolução e Suzigan *et alli* (1996) mostram que o conceito de sistema de inovação apresenta a inovação como endógena dentro de um sistema de produção, cujo conceito é de articulação da cadeia produtiva, portanto trata-se de uma análise microeconômica de estrutura de mercado (mesoeconomia) e sua capacidade de inovar.

O sistema de inovação é desenvolvido na economia em função de duas áreas: a economia regional e urbana (mais tarde chamada de nova economia geográfica) e a economia evolucionária. Cooke (2001) analisa a evolução do conceito de sistemas de inovação conforme as duas vertentes teóricas em seu estudo.

A primeira abordagem sistêmica da inovação evolucionária é do Sistema Setorial de Inovação (SSI) de Pavitt (1984) e Breschi e Malerba (1997). Mais adiante foi desenvolvido o conceito de Sistema Nacional de Inovação (SNI), apresentado por Lundvall (1992) e Nelson (1993). Uma revisão histórica do SNI é abordada em Freeman (1995).

A abordagem regional do sistema de inovações foi apresentada nos trabalhos seminais de Cooke (1992) e Cooke *et alli* (1997). Nestes trabalhos os autores argumentam que a proximidade (fator geográfico) determina diferenças de desempenho entre as empresas. Desta forma, as empresas próximas, formando um

---

<sup>39</sup> Ver Teece *et alli* (1997) para a definição de competências (*capabilities*) para inovação em uma empresa. Adota-se neste artigo a definição de *capabilities* para definir competência, habilidades ou qualquer outra qualidade necessária para a empresa inovar em produto, processo ou mudança organizacional voltada à inovação, denominada a partir daqui apenas de competência para inovação.



agrupamento ou cluster, apresentam taxas de inovação mais elevadas em relação às empresas não pertencentes ao agrupamento.

A contribuição de Carlsson e Jacobson (1997) foi de que o sistema de inovação pode ser analisado pela ótica da tecnologia. Os autores definem o sistema tecnológico como rede ou redes de agentes envolvidos com uma tecnologia específica, pertencentes a uma infraestrutura institucional voltada a geração, difusão e utilização da determinada tecnologia.

## 2.1 O Sistema Nacional de Inovação (SNI)

Em relação ao Sistema Nacional de Inovação (SNI), Cimoli e Giusta (1998) argumentam que faltam pesquisas de microfundamentos para definir os três planos do sistema: nacional, regional e setorial. A relação entre os três focos é evidente. Contudo, não existe consenso entre as diversas linhas teóricas da inovação na economia sobre o desenho da interação entre os focos do sistema de inovação de um país. As diferenças entre as três abordagens de sistemas de inovação, segundo Cimoli e Giusta (1998), são apresentadas nas figuras a seguir.

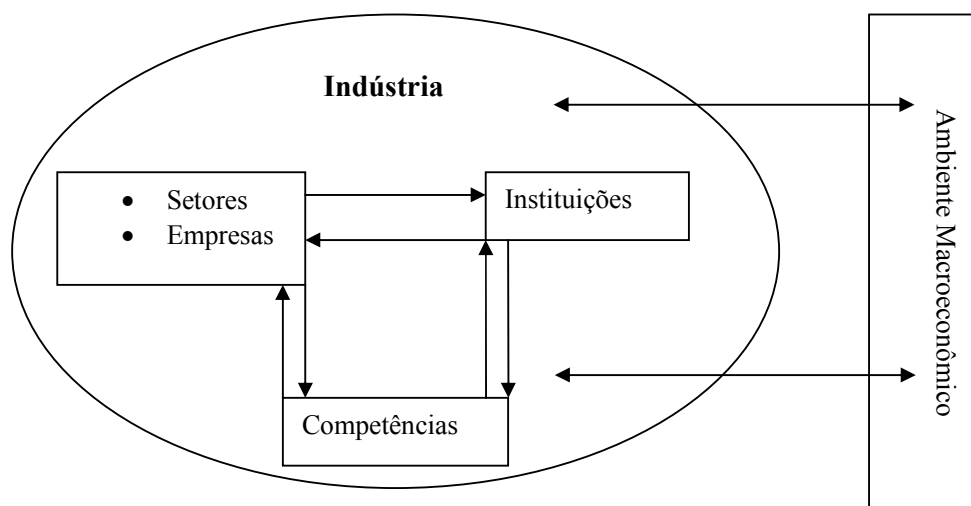


FIGURA 1: SISTEMA DE INOVAÇÃO MACRO (NACIONAL).

FONTE: Cimoli e Giusta (1998).

A ênfase do sistema de inovação macro (SNI) está na indústria e sua relação (seja setorial ou microeconômica) é analisada com a formação de competências e instituições que formam o SNI. Esta abordagem, conforme comenta Freeman (1995), gira em torno da tecnologia que é a variável fundamental de articulação deste

sistema. A relação do setor industrial com as instituições é permeada pelo desenvolvimento de competências necessárias para o desenvolvimento de inovações e para o progresso tecnológico. Percebe-se também que a construção do processo de inovação entre a indústria e as instituições é limitada pelo ambiente macroeconômico, principalmente se este é um sistema aberto, ou seja, a economia está envolvida na competição internacional que disponibiliza recursos, a oferta de produtos, processos e tecnologias é maior<sup>40</sup>.

A idéia central do SNI é comparar o desempenho tecnológico e inovador dos países<sup>41</sup>. Lundvall *et alli* (2002) mostram que esta comparação está baseada em duas premissas. A primeira premissa é que um país pode escolher uma estratégia de desenvolvimento tecnológico (inovações radicais, presentes em trajetórias tecnológicas específicas são mais fáceis de serem identificadas, analisadas e comparadas). A segunda premissa é a idéia de que o mercado doméstico é um fator importante para o desenvolvimento das inovações, desta forma, o tamanho do mercado interno condiciona (e limita) o desenvolvimento tecnológico do país.

A evolução de trajetórias tecnológicas diferentes entre os países parte da idéia de que as mesmas pertencem a um paradigma tecnológico, conforme apontam os historiadores da tecnologia, como Mowery e Rosenberg (2005). Dentro de um mesmo paradigma existem países situados na fronteira tecnológica (*best practices*) e países mais atrasados. Estas diferenças são explicadas pela trajetória tecnológica seguida por cada país, na medida em que a mesma depende das competências individuais (capital humano, p.ex.), instituições (governo e as regras de proteção ao direito de propriedade, p.ex), formação de capital social (relação universidade-empresa, p.ex) e os atores econômicos (indústrias e empresas, p.ex).

Para Andersen e Lundvall (1997) o SNI pode ser definido como:

The concept of a national system of innovation is based upon the fundamental assumption that what is going on in term of innovation differs between nations. This means both that countries are specialized in terms of technological fields and that the mode of innovation has national specificities. Since innovation is rooted in processes of learning by doing, learning by using, and learning by interacting, the specialization of the production system is crucial in

<sup>40</sup> O mesmo raciocínio pode ser estendida para a qualidade e a variedade destes, conforme o modelo de Grossman e Helpman (1993).

<sup>41</sup> Por exemplo, Leoncini *et alli* (1996) comparam o SNI da Itália e da Alemanha. Os autores concluem que o SNI alemão é composto por uma conexão sistêmica. O SNI italiano é dual, composto por setores de alta tecnologia coexistindo com setores tradicionais, o que determina a formação de uma rede periférica de inovação.

characterizing a national system of innovation in terms of technological fields. The mode of innovation will reflect, among other factors, the predominating patterns of governance. For instance, the mode of innovation will differ between an economy with highly integrate firms and an economy with smaller units interconnected in industrial networks. In this sense modeling the industrial structure and its evolution is a necessary element in understanding the anatomy of national innovation systems (ANDERSEN e LUNDVALL, 1997, p. 254).

O objeto de análise do SNI é a relação entre as indústrias nacionais e o processo de inovação. Trata-se, portanto, de uma análise macroeconômica do processo de inovação. O estudo da OCDE (2002) é incisivo em mostrar que o governo possui um papel importante na definição da uma estratégia nacional de inovação. Andersen e Lundvall (1997) denominam o processo de estrutura de governança (nacional), onde este envolve o governo e os demais atores (como as empresas e as instituições).

O quadro 1 identifica as características de um SNI segundo o estudo da OCDE (para os países desenvolvidos).

#### QUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO.

1. Diversidade: a especialização torna a empresa mais dependente de outras empresas e organizações.
2. Complexidade:
  - 2.1 Conhecimento cumulativo conduz a retornos crescentes.
  - 2.2 Relações não de mercado (*network*) reforçam o valor adicionado.
  - 2.3 Interações entre mercado aumentam a probabilidade de inovação.
  - 2.4 Inovadores se engajam em redes (simples ou complexas) de colaboração.
3. O crescimento pode ser virtuoso ou vicioso, geograficamente ambos diferem.
4. Adaptação por experimentos e aprendizagem.
5. Falhas do sistema conduzem à baixa capacidade de inovar. São falhas de infraestrutura, de transição, *lock-in* e institucionais.

Fonte: OCDE (2002).

Entre as principais características do SNI percebe-se que o processo de inovação é definido como o conjunto de atividades complexas, na medida em que envolve diversos atores. A empresa, que é o local onde a inovação é verificada, depende de inúmeros atores pertencentes ao sistema de inovação. O local de análise do processo de inovação também não é único, os agentes envolvidos com o processo de inovação estão dispersos em setores e regiões diferentes. Igualmente as instituições, a trajetória da tecnologia e as especificidades do processo de

aprendizagem (que dependem particularmente da relação entre as empresas e as instituições) variam no conjunto da economia.

A definição da inovação como sistêmica é percebida na análise da OCDE (2002). Nas palavras do estudo:

Innovation through the creation, diffusion and use of knowledge has become a key driver of economic growth and provides part of the response to many new societal challenges. However, the determinants of innovation performance has changed in a globalising knowledge-based economy, partly a result of recent developments in information and communication technologies. Innovation results from increasingly complex interactions at the local, national and world levels among individuals, firms and other knowledge institutions. Governments exert a strong influence on the innovation process through the financing and steering of public organizations that are directly involved in knowledge generation and diffusion (universities, public labs), and through the provision of financial and regulatory incentives to all actors of the innovation system. They need a sound conceptual framework and an empirical basis to assess how the contribution of public policy to national innovation performance could be improved (OCDE, 2002, p. 3).

A importância do foco internacional na definição do sistema de inovação pode ser verificada na definição de SNI da OCDE (2002). Este é o foco principal da análise do sistema de inovação do ponto de vista nacional (do país). Outra vantagem, segundo o estudo da OCDE (2002), é a definição de incentivos para inovação por meio de políticas públicas. Desde o trabalho de Porter<sup>42</sup> com a idéia de vantagem competitiva da nação, percebe-se que o governo é um ator decisivo na orientação de estratégias de desenvolvimento tecnológico (entre outras possíveis áreas de políticas públicas).

A análise do SNI implica na identificação das competências internacionais do país, em comparação com os demais países (ou grupos de países). Estas competências são verificadas através da estrutura do balanço de pagamentos, como o estudo do padrão do comércio internacional dos países latino-americanos da CEPAL (2008). As exportações e importações mostram as vantagens e fragilidades da estrutura produtiva local do país e sua inserção internacional que, em alguma medida, reflete o grau de desenvolvimento tecnológico e inovação da economia.

Estas competências são variadas e envolvem a construção de indicadores de patentes, citações de conhecimento (pesquisas e patentes), número de cientistas (homens e mulheres), número de doutores, entre vários indicadores, como aponta

---

<sup>42</sup> Ver Porter (1998) para uma revisão do conceito de vantagem competitiva da nação.

Veugelers (2007) em seu estudo dos indicadores de inovação, pesquisa básica e desenvolvimento tecnológico dos países da OCED.

Outro ponto conclusivo do SNI é a identificação dos atores institucionais e das políticas públicas de P&D&I do país. O principal desenho de interação institucional para o processo de inovação é a 'hélice tripla', conforme Etzkowitz e Leydesdorff (2000), definida como a junção de empresas, governo e universidades no desenvolvimento científico, tecnológico e nas inovações. Os autores mostram que o desenvolvimento tecnológico nacional depende de fatores históricos na construção do ambiente com os três atores envolvidos no processo de P&D&I.

O SNI mostra que alguns papéis relacionados à inovação e ao progresso tecnológico são bem conhecidos, pois dependem de atores específicos, como a necessidade de capital humano que depende em grande medida da política educacional, influenciada principalmente pelo governo, no caso brasileiro e dos países desenvolvidos, em função da forte presença governamental no setor, seja pelo lado dos investimentos públicos, seja pela regulação.

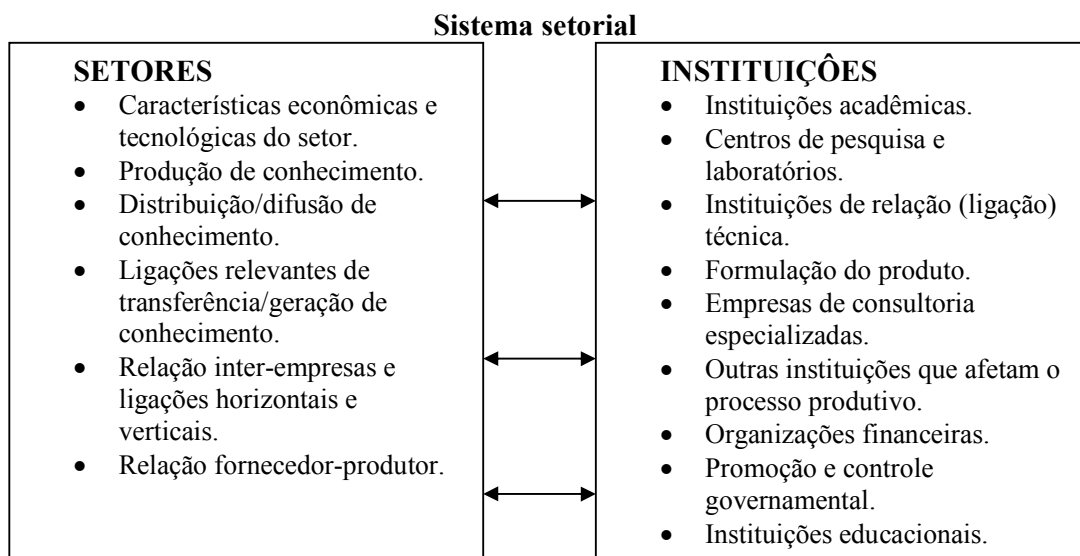
## 2.2 O Sistema Setorial de Inovação (SSI)

Em relação ao sistema setorial de inovação, Malerba (2002) apresenta o conceito como:

A workable definition of a sectoral system of innovation and production is the following. A sectoral system of innovation and production is a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. A sectoral system has a knowledge base, technologies, inputs and an existing, emergent and potential demand. The agents composing the sectoral system are organizations and individuals (e.g. consumers, entrepreneurs, scientist). Organization may be firms (e.g. users, producers and input suppliers) and non-market organization (e.g. universities, financial institution, government, agencies, trade-unions, or technical association), including sub-units of larger organization (e.g. R&D or productions departments) and groups of organizations (e.g. industry association). Agents are characterized by specific process competences, beliefs, objectives, organizational structures and behaviors. They interact through process of communication, exchange, co-operation, competition and command, and their interactions are shaped by institutions (rules and regulations) over time a sectoral system undergoes process of change and transformation through the co-evolution of its various elements (MALERBA, 2002, p. 250).

Percebe-se que a idéia central em Malerba (2002), bem como de Hauknes (1999), é de identificar a relação sistêmica da inovação na atividade econômica industrial. Contudo, o desenvolvimento da inovação ultrapassa os esforços da indústria e se estabelece sob a forma de rede de agentes envolvidos com o complexo tecnológico.

A vantagem da análise do SSI reside no foco tecnológico, melhor entendido por meio da análise setorial da economia (indústrias). A análise da conexão entre as indústrias aproxima o SSI da SNI. Todavia, simplificando-se estas interrelações setoriais, as características particulares de cada setor podem ser analisadas, o que permite um entendimento mais profundo do processo de inovação e de trajetória do conhecimento tecnológico para cada indústria, permitindo ajustes específicos no nível da indústria. Esta análise está apresentada em Cimoli e Giusta (1998) na figura 2 a seguir.



**FIGURA 2: SISTEMA SETORIAL DE INOVAÇÃO**

FONTE: Cimoli e Giusta (1998).

O foco da análise do SSI, segundo Cimoli e Giusta (1998), está presente em dois grupos. O primeiro pode ser resumido como o conjunto das características econômicas do setor – lado esquerdo da figura. O segundo grupo pode ser definido como o conjunto das características das instituições ligadas ao setor considerado. Desta forma, a análise do SSI pode ser definida como uma análise da dicotomia entre as características próprias da indústria e do ambiente institucional no qual a mesma se insere.

Percebe-se que o sistema setorial de inovação (SSI) incorpora elementos produtivos na sua análise que não estão necessariamente presentes no SNI como foco de decisão. Conforme apontado anteriormente, o SNI designa as principais indústrias e/ou tecnologias da economia em termos de potencial de crescimento econômico e inserção internacional da economia local em relação ao contexto internacional. Esta idéia não invalida a análise econômica dos demais sistemas de inovação na busca dos mais eficazes para a promoção da inovação, todavia, a idéia do SSI é de que a inovação está inserida em cada indústria e a economia apresenta setores avançados e atrasados tecnologicamente. Este conceito aproxima o conceito de SSI com a taxonomia de Pavitt (1984), onde os setores econômicos são classificados segundo a sua intensidade tecnológica.

O SSI, assim como o SNI, envolve a análise das instituições e a formação do capital social, onde no primeiro, esta relação é específica para cada setor (indústria), no último, as políticas públicas nacionais e a inserção internacional do país (como o recebimento e o envio de investimento direto estrangeiro em determinados setores industriais)<sup>43</sup> são os objetos de análise das instituições e do capital social no progresso tecnológico e no processo de inovação.

Contribuições gerais, pertencentes ao escopo das políticas públicas de P&D&I são verificadas na análise do SNI, como as políticas educacionais, os linhas de financiamento público para a inversão em inovação, entre outras. Já a contribuição da análise do SSI vai ao encontro de uma política industrial e de inovação alinhada ao tecido industrial do país.

### 2.3 O Sistema Regional de Inovação (SRI)

O alcance das políticas macroeconômicas do SNI podem não atingir especificidades locais de todas as regiões do país. Quando as diferenças e especificidades regionais são levadas em consideração, o sistema considerado é o sistema regional de inovação (SRI), apresentado por Cimoli e Giusta (1998) na figura 3 a seguir.

---

<sup>43</sup> Neste sentido, o IDE (investimento direto estrangeiro) é um elemento de políticas públicas dos sistemas de inovação, em razão de necessitar de autorização legal do governo (SNI), de afetar certas regiões (SRI) e estar localizado em certos setores (SSI) e apresentar melhores tecnologias – *best practices* (ST).

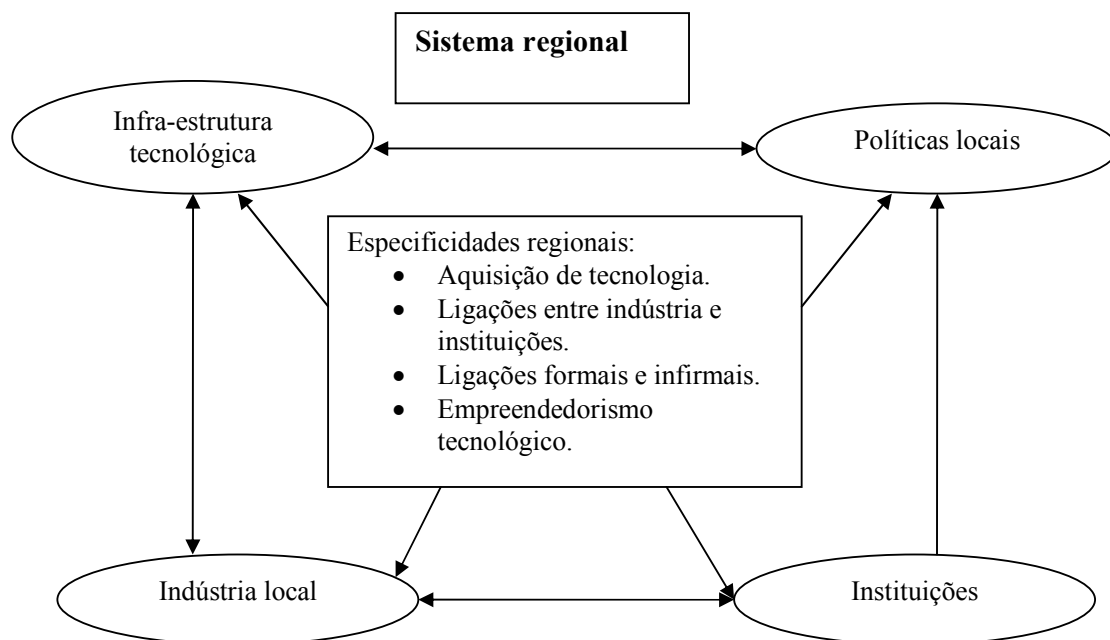


FIGURA 3: SISTEMA REGIONAL DE INOVAÇÃO

FONTE: Cimoli e Giusta (1998).

Cooke (2004) define o SRI como:

(...) a regional innovation system consists of interacting knowledge generation and exploitation sub-systems linked to global, national and other regional systems for commercializing new knowledge (COOKE, 2004, p. 3).

Um fator de promoção da análise setorial do desenvolvimento tecnológico e das inovações reside na constatação de que algumas regiões apresentam taxas de crescimento mais elevadas, principalmente em relação às novas tecnologias. Experiências de políticas públicas para o desenvolvimento local da indústria, em termos de produção da inovação foram introduzidas em diferentes países. Arranjos institucionais, como distritos industriais, *milieus* e clusters foram apresentados como novas formas de organização produtiva e com potencial de inovação mais elevado. A proximidade entre as empresas e atores institucionais possibilita a adoção de novas tecnologias e o surgimento de serviços especializados, o que inclui inclusive o capital humano.

Todavia, Morgan (1997) mostra que os sistemas regionais de produção não apresentavam o desenvolvimento de inovações de maneira automática. Para o autor a construção de instituições dentro do sistema local é que possibilita o desenvolvimento do processo de inovação na região, denominada de região que



aprende (*learning region*) pelo autor em razão da sua situação particular de capital social.

A relação entre os sistemas de inovação macros como o SNI, os regionais, como o SRI e os sistemas sem fronteiras (SSI e ST) pode ser pensada sob duas perspectivas. A primeira é da agregação, onde o sistema nacional é composto da somatória dos sistemas setoriais no país ou na região, ou pelo conjunto de tecnologias observadas ou desejadas pelos atores em um espaço. Para Andersen e Lundvall (1997) o SNI é a análise das relações entre as diferentes indústrias de um país que representam diferentes papéis no sistema de inovação. O segundo foco é o da internacionalização. O SNI e o SRI identificariam os setores e tecnologias com maior potencial inovador, através da separação entre a inovação voltada para o crescimento internacional do país (SNI) e a inovação voltada para o desenvolvimento econômico industrial local<sup>44</sup> (SRI). Onde a inovação torna-se o fio condutor da internacionalização da economia em função do progresso tecnológico no primeiro foco ou uma ferramenta de ampliação da capacidade produtiva e tecnológica local no segundo.

Independentemente do foco considerado, Cooke *et alli* (1997) mostram que o SNI e o SRI são complementares a partir do desenvolvimento da cultura sistêmica da inovação, visto que esta depende de interação e aprendizagem entre os agentes presentes na região (macro ou micro). Desta forma, sob o ponto de visto evolucionário, não existem dificuldades para se articular uma conexão entre os diferentes focos sistêmicos da inovação.

O papel das instituições pode ser verificado também no SRI. Cooke (2004) mostra que:

We may refer to the latter kind of regional innovation system as an Institutional Regional Innovation System (IRIS) since it is heavily based on public knowledge generation and exploitation institutions such as public laboratories, universities, technology transfer organizations, incubators, investors, trainers and other intermediaries (COOKE, 2004, p. 4).

O ponto em comum entre todos os sistemas de inovação é o conhecimento externo, pertencente a diversos atores. A empresa deve interagir e aprender por meio dos diversos ‘intermediários’ presentes no sistema. Desse ponto de vista, a

---

<sup>44</sup> Cooke *et alli* (1997) mostram que o SRI é usualmente empregado na análise do desenvolvimento de cidades.

inovação é sistêmica em razão da sua complexidade de desenvolvimento em conjunto, em outras palavras, a inovação demanda um esforço de formação de uma rede de captação de conhecimento a partir das instituições e outras empresas presentes no setor, na região ou no país. O foco de análise pode ser diferente, todavia, o objeto considerado é a construção do processo de inovação por meio do desenvolvimento do conhecimento tecnológico.

## 2.4 Sistema Tecnológico (ST)

Em relação ao sistema tecnológico apresentado em Carlsson e Jacobson (1997), este pode ser definido nas palavras dos autores como:

We define technological systems as a network or networks of agents interacting in a specific technology area under a particular institutional infrastructure to generate, diffuse and utilize technology. Technological systems are defined in terms of knowledge or competence flows rather than flows of ordinary goods and services. They consist of dynamic knowledge and competence networks (...).

(...) the networks may be international in character, but they are good reasons to believing that under some conditions, they will have a strong regional or local dimension (...), this regional dimension is captured (...) 'in the presence of an *entrepreneur* and sufficient *critical mass*, such networks can be transformed into *development blocs*, i.e., synergistics *clusters* of firms and technologies with an industry or group of industries' (CARLSSON e JACOBSON, 1997, p. 268).<sup>45</sup>

O sistema tecnológico pode ser analisado dentro dos três sistemas de inovação (SNI, SSI e SRI). Ele é um aprofundamento das características da tecnologia envolvida na inovação dentro de um território, país ou setor. A verificação das características de um tipo específico de tecnologia reside nas condições únicas da sua formação e evolução, bem como as características de aprendizado do conhecimento tecnológico e a relação de capital social estabelecido (ou como as empresas e instituições interagem) ao longo da evolução da mesma. Autores dedicados à história da tecnologia, como Mowery e Rosenberg (2005), avaliam a evolução de tecnologias que impactaram de maneira significativa a produtividade da indústria e o desenvolvimento de países ou regiões, como a eletricidade, o automóvel, o refino de petróleo, entre outras.

---

<sup>45</sup> Itálico no original, a referência utilizada entre aspas pelos autores é de Carlsson e Stankiewicz (1991, p. 111).

Apesar da possibilidade de generalização da análise para qualquer tecnologia, a literatura se debruça sobre as tecnologias que formam grandes paradigmas tecnológicos. Atualmente, as principais tecnologias analisadas na OCDE são as tecnologias de comunicação e informação (TICs), biotecnologia, nanotecnologia, tecnologias relacionadas ao meio ambiente, energia nuclear e celular a combustível (OECD, 2008). O Ministério da Ciência e Tecnologia apresenta vinte temas na sua agenda de ações estratégicas em ciência e tecnologia<sup>46</sup> que envolvem novas tecnologias, setores e regiões, além de cinco programas de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovações<sup>47</sup>.

A preocupação com a evolução da tecnologia reside no fato de que ela abre novas oportunidades de crescimento e muda a competitividade da economia estabelecida, tornando-se um elemento de ligação com o futuro para o território (países e regiões) e setores industriais.

Os quatro sistemas de inovação apresentam pontos em comum. Principalmente no papel das instituições no desenvolvimento de inovações, o que conduz naturalmente ao papel do capital social no processo de inovação. Este ponto deve ser discutido com maior profundidade. Nelson e Sampat (2001) mostram que o termo instituição é usado de maneira errônea na literatura econômica, pois o conceito é usualmente empregado com significados diferentes em diferentes contextos. O segundo ponto em comum é o foco da inovação na empresa que necessita desenvolver competências específicas para inovar e interagir com o ambiente, onde a principal competência identificada em qualquer um dos sistemas de inovação é o capital humano.

### 3. AS INSTITUIÇÕES E A EMPRESA INOVADORA

---

<sup>46</sup> Informações do site do Ministério da Ciência e Tecnologia ([www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br)). Os temas para desenvolvimento em áreas estratégicas são: agronegócio, Amazônia, Antártica, aquicultura e pesca, biocombustíveis, biodiversidade e recursos naturais, biotecnologia, recursos do mar, petróleo, carvão e gás mineral, bens sensíveis, energia elétrica, hidrogênio e energias renováveis, espacial, desenvolvimento social, previsão do tempo e clima, mudanças climáticas, programa nuclear, recursos minerais, Semi-Árido, TIC.

<sup>47</sup> Cooperação internacional, inclusão social, institutos nacionais (são 123 no total), Pró-Inova e SIBRATEC.

As duas principais questões na análise da inovação sistêmica na literatura schumpeteriana, aqui identificadas, são: i) a empresa deve apresentar competências para ser inovadora e, ii) o papel das instituições é fundamental no processo de inovação. Apenas as competências das empresas não são suficientes para garantir a inovação, pelo contrário, é por meio das mesmas que a empresa interage com as instituições e aprende para inovar. Resumidamente, a presença das competências é uma condição necessária, mas não suficiente, para que o processo de inovação aconteça.

Por outro lado, a simples presença de instituições na atividade econômica, como universidades, centros de pesquisa, laboratórios públicos, agentes financiadores (públicos e privados), é igualmente uma condição necessária, mas não suficiente para promover o processo de inovação. A inovação surge da interação entre as instituições e as empresas que apresentam as competências necessárias para a absorção de conhecimento tecnológico.

Carlsson e Jacobsson (1997) mostram que o conhecimento tecnológico é tácito, pois está incorporado nas pessoas, o que dificulta a sua difusão que se dá por interação e comunicação, via acúmulo de conhecimento por experiência. As redes formais e informais são essenciais na difusão do conhecimento tecnológico tácito e o aprendizado pela interação, formando capital social.

Cooke (2004, p. 6) mostra que elementos como “aprendizado por interação, confiança, proximidade, incorporação, cognição, troca de conhecimento tácito e codificado, interdependência comercial e não comercial e meios de colaboração e de cooperação” <sup>48</sup> estão presentes na análise de um sistema de inovação. As dificuldades encontradas no funcionamento de um sistema de inovação, segundo Heidenreich (2004, p. 366), residem “no hiato entre P&D e inovação, entre o conhecimento global e o local, entre forças industriais estabelecidas e novas trajetórias tecnológicas, entre companhias globais de sucesso e uma estrutura industrial diversificada de pequenas e micro empresas inovadoras”.

Percebe-se que o processo de inovação é naturalmente caracterizado como sistêmico na medida em que o mesmo é composto pela dinâmica entre as competências para inovação da empresa e a relação desta com as instituições,

---

<sup>48</sup> Tradução livre.

sujeito às características da trajetória tecnológica, do território e da indústria. Esta dinâmica é independente do foco da inovação e do conhecimento tecnológico adotado (nacional, regional, setorial ou da própria tecnologia), o contexto de interação apresentado anteriormente não é uniforme, mas pode ser definido em termos gerais como capital social. Os resultados e políticas podem ser específicos para cada sistema analisado, todavia, as particularidades do processo de inovação estão presentes em cada tipo de sistema. Esta conclusão pode ser observada em Carlsson e Jacobsson (1997), para os autores:

(...) the mechanisms involved in building competence, networks, and institutions are manifold. No single pattern is identifiable (at least not on the basis of the few observations yet available). Moreover, there is a whole set of actors involved in the formation of a new technological system, and each of these can influence the outcome. Policy is therefore not only a domain of government; firms, universities, industry associations, etc., can all pursue policies which have an effect at the level of the system. In what follows, therefore, policy should not be construed as government policy only; government policies are sometimes substitutes for and sometimes complementary to those pursued by other entities (CARLSSON e JACOBSON, 1997, p. 284-285).

A empresa inovadora está inserida em um ambiente institucional que gera o conhecimento tecnológico. A capacidade de inovação se dá pelo acúmulo de capital social, ou seja, na formação de redes de interação entre empresas e instituições para desenvolver o conhecimento tecnológico e aplicá-lo comercialmente sob a forma de inovações em produtos e processos. Para tanto, a empresa depende da sua organização interna e do desenvolvimento organizacional de plataformas de interação com o ambiente (as instituições).

Este processo de interação (formação de capital social) é único e possui uma forte influência histórica (*path dependence*), já que relações e parcerias são formadas e não nascem apenas do desejo de inovar. Neste sentido, a análise da nova economia institucional torna-se importante. As relações institucionais entre empresas e os demais atores sociais dedicados à inovação dependem de contratos e da estrutura de governança das interações estabelecidas.

Em outras palavras, o capital social formado para promover o desenvolvimento de conhecimento tecnológico e de inovações depende de uma série de fatores que escapam da própria lógica econômica tradicional. O ambiente é complexo, o que o torna sem previsibilidade, no sentido da obtenção de um padrão único, como Carlsson e Jacobsson (1997) apontaram. Heidenreich (2004) mostra

que a inovação por ser sistêmica produz resultados 'satisfatórios' e não ótimos. Esta conclusão vai ao encontro de uma das precondições da teoria evolucionária<sup>49</sup>: a adoção do conceito de racionalidade limitada de Herbert Simon.

A questão principal não é a escolha de um sistema de inovação para ser estudado, mas sim a consideração de que o processo de inovação é complexo e sistêmico. O sistema considerará as características da empresa (suas competências), as características setoriais (da indústria) e do ambiente (nacional e internacional), percebido na presença de instituições, formação de capital social (de redes de interação), proximidade dos atores envolvidos (limite geográfico) e das especificidades da própria tecnologia considerada (geralmente, a tecnologia está inserida em uma indústria e possui um ciclo de vida – trajetória – dentro de um paradigma tecnológico que evolui).

Desta maneira, a simples escolha de um sistema de inovação para ser estudado não dá conta de toda a complexidade do processo de inovação na economia. Conclusões e recomendações apontadas por um estudo da inovação em um determinado sistema repercutirão sobre as áreas de concentração dos demais sistemas. Por exemplo, analisando-se um SSI pode-se chegar à verificação de que a falta de capital humano é um gargalo para o desenvolvimento do setor analisado. A geração de capital humano depende, entre outras variáveis, da política de educação (nacional e regional, no caso brasileiro), estabelecida em grande medida pelo governo nacional e pertencente ao escopo do SNI.

A interdependência dos quatro sistemas é perceptível e vai ao encontro da característica de não presença de equilíbrio nas análises da teoria schumpeteriana, o que significa que, em termos teóricos e empíricos, não existe um modelo estático de sistema de inovação, portanto, a busca por competências internas (da empresa) e externas (formação de capital social e instituições) para inovar é constante. Além de que os estudos de inovação sistêmica não estão preocupados apenas com a análise de dados e fatos do passado, o planejamento e a construção de cenários futuros também são considerados no desenvolvimento tecnológico, o que incorpora elementos de incerteza e risco no processo.

---

<sup>49</sup> Ver Nelson e Winter (1982).

A dinâmica da inovação sistêmica, segundo Carlsson e Jacobsson (1997), conduz a definição de políticas públicas. Os autores deduzem que a política pública não necessita ser apenas do governo. Associações, universidades e outras instituições podem igualmente estabelecer políticas públicas moldadas para o desenvolvimento das inovações. Todavia, o governo (nacional ou regional) é um elemento chave na definição de políticas de incentivo para o desenvolvimento tecnológico e de inovações.

No caso brasileiro, Negri *et alli* (2006), Negri e Araújo (2007) e Negri e Salerno (2005) analisam o processo de inovação das empresas industriais brasileiras nos últimos anos, o foco é voltado para as características do processo inovador, como internacionalização das empresas, características da mão-de-obra, características das empresas inovadoras em relação às empresas menos inovadoras, entre outras. Estes estudos partem da identificação de comportamentos microeconômicos<sup>50</sup> sem controles sistêmicos (como o setor industrial ou territorial), o que conduz a uma média geral da indústria brasileira, conforme os perfis analisados. Portanto, os estudos são macroeconômicos, apesar da fundamentação microeconômica.

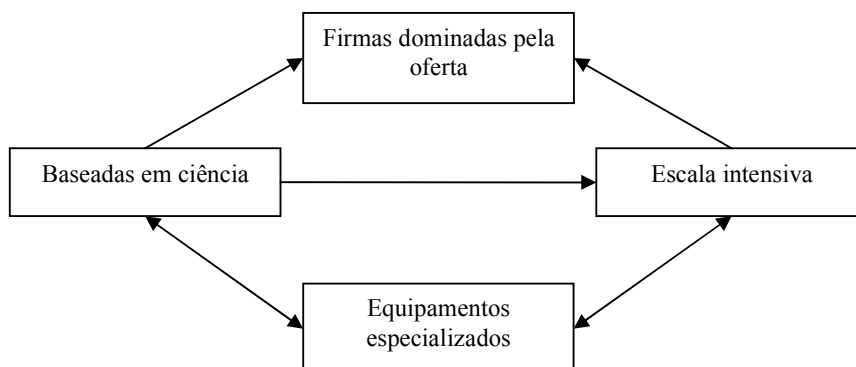


FIGURA 4: CLASSIFICAÇÃO DA DOS REGIMES TECNOLÓGICOS POR SETOR DE PAVITT (1984).  
 FONTE: Pavitt (1984).

O conhecimento do setor é um salto qualitativo importante em relação à análise macroeconômica. Contudo, o nível de agregação ainda é alto na análise setorial. Uma das soluções utilizadas nas pesquisas sobre inovação é a classificação

<sup>50</sup> Os controles são: empresas inovadoras, empresas não inovadoras e empresas com alta produtividade (mas que não inovam). Multinacionais também são consideradas.

dos setores conforme a intensidade tecnológica, conforme taxionomias como de Pavitt (1984) e Dosi-Pavitt-Soete (1990). A figura 4 mostra esta classificação.

O setor *science based* promove o maior volume de inovações na economia e estas afetam os demais setores. As empresas nos setores dominados pela oferta apenas recebem tecnologia externa, absorvida dos setores *science based* e intensivos em escala. A produção de equipamentos especializados influencia e é influenciado pelos setores baseados em ciência e intensivos em escala.

Para Scott e Martin (2000) a classificação de setores de alta e baixa tecnologia (como a classificação de Pavitt) não é suficiente para caracterizar a inovação na economia, pois estas são orientadas como insumos no processo produtivo de um outro setor. Desta forma, os impactos de ganhos de produtividade podem estar fora do setor inovador, mas estão dentro da cadeia produtiva. Desta forma, as relações de produtividade entre diferentes indústrias, por meio do efeito de transbordamento do conhecimento tecnológico e a geração de inovações não é captada pela análise setorial e esta é uma das premissas do SNI, ao admitir que os ganhos da inovação de uma indústria podem ser apropriados por outros setores da economia.

A análise da distribuição setorial da inovação ainda não está presente nos estudos das características inovadoras das empresas industriais brasileiras citados anteriormente. Percebe-se que o simples agrupamento das empresas em setores, mesmo que seguindo a lógica de Pavitt (1984) não responderia a todas as questões pertinentes ao processo de inovação sistêmica, mesmo em um SSI. Características essenciais, como o papel das instituições, devem ser consideradas e a taxonomia de Pavitt é uma ferramenta analítica importante para entender este processo, mas não considera o contexto sistêmico da inovação<sup>51</sup>.

Antes da formalização de um modelo de pesquisa de inovação sistêmica, dadas as diferenças estruturais da economia brasileira frente aos países desenvolvidos, opta-se pela identificação de alguns fatos estilizados da inovação no Brasil, com o objetivo de corroborar um modelo de pesquisa da inovação por meio da identificação dos atores envolvidos no processo.

---

<sup>51</sup> Apesar da conveniência da classificação de Pavitt (1984), o estudo é uma referência para a Inglaterra e os países da OCDE e pode apresentar inconsistências na indústria brasileira.



#### 4. FATOS ESTILIZADOS

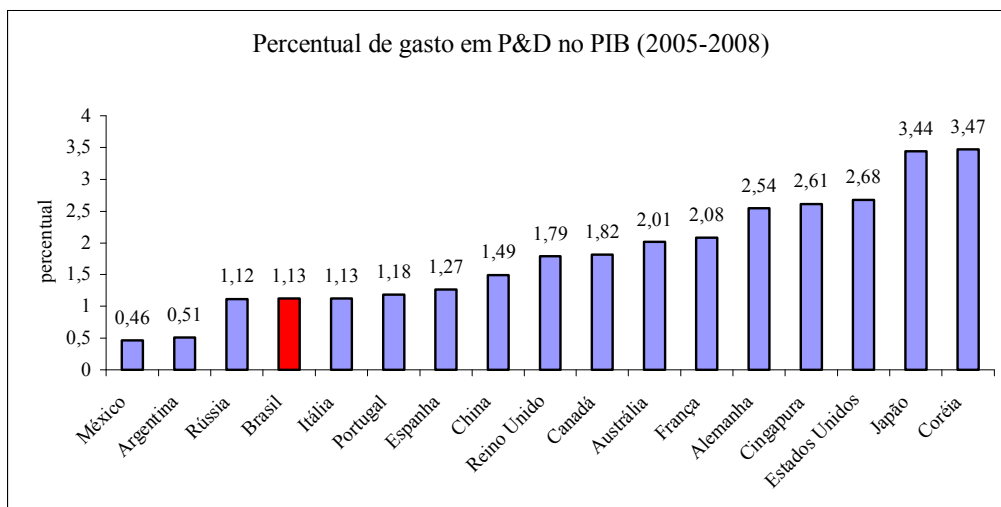
O objetivo desta seção é mostrar a inovação na indústria brasileira a partir da constatação de alguns indicadores e resultados de pesquisas básicas sobre o tema no Brasil e no exterior. Para tanto, analisam-se os dados relacionados ao padrão tecnológico brasileiro, aos setores industriais, a distribuição regional da inovação e as competências individuais das empresas industriais brasileiras.

##### 4.1 Existe um padrão tecnológico brasileiro?

Várias pesquisas internacionais, como da OCDE (OECD, 2009), comparam vários indicadores de ciência e tecnologia (C&T), pesquisa e desenvolvimento (P&D) e inovação. O foco destas pesquisas são os países desenvolvidos e acrescentando-se alguns países em desenvolvimento, como o Brasil, os resultados mostram atraso na capacidade de desenvolvimento tecnológico deste último grupo.

O gráfico 1 mostra o percentual de gastos em P&D em alguns países selecionados entre os anos de 2005 até 2008<sup>52</sup>.

GRÁFICO 1: PERCENTUAL DE GASTOS EM P&D EM RELAÇÃO AO PIB DE PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO DE 2005 A 2008



FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).

<sup>52</sup> As estatísticas de dados de tecnologia não são contínuas no tempo e as datas entre os países são descasadas.

Percebe-se que o Brasil apresentou no período, 1,13% do PIB investido em P&D. Este valor é baixo se comparado com os países desenvolvidos tecnologicamente, mas está acima dos demais países latinos (México e Argentina) e está no mesmo patamar dos países desenvolvidos mediterrâneos, como Itália, Portugal e Espanha.

A necessidade de aumento do esforço inovador brasileiro é evidente e a elevação dos gastos em P&D é uma estratégia. Todavia, os atores que são responsáveis pela geração destes gastos diferem do Brasil para os países desenvolvidos, como mostra a tabela 3.1 a seguir.

Os dados da tabela 1 mostram que o principal responsável pelo gasto de P&D no Brasil é o ensino superior. Este valor está bem acima do padrão dos países desenvolvidos que apresentam os gastos em P&D concentrados no setor privado. Como estes gastos brasileiros de P&D das universidades são essencialmente governamentais, na medida em que as universidades públicas (federais e estaduais) são as principais responsáveis pela pesquisa no Brasil, verifica-se que o governo é o principal agente de fomento da P&D no país.

TABELA 1: DISTRIBUIÇÃO DOS GASTOS EM P&D EM PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO ENTRE OS ANOS DE 2004 E 2007 (EM PERCENTUAL)

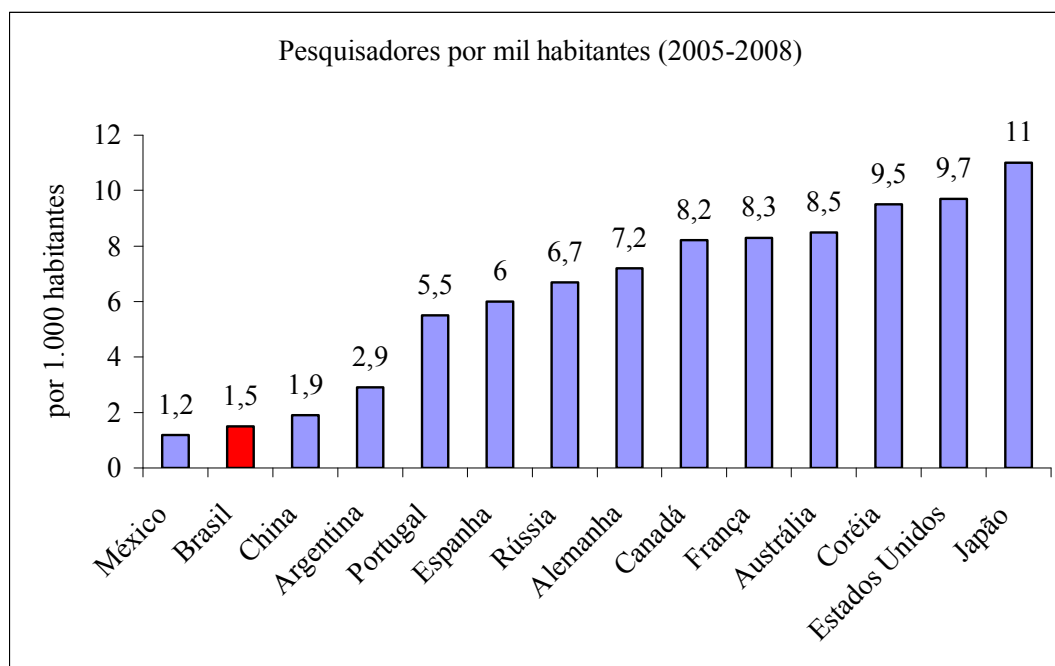
Países	Anos	Governo	Empresas	Ensino superior	Privado sem fins lucrativos
Alemanha	2007	13,9	69,8	16,3	...
Argentina	2007	38,9	30,4	28,8	1,9
Austrália	2006	14,1	57,3	25,7	2,9
<b>Brasil</b>	<b>2004</b>	<b>21,3</b>	<b>38,4</b>	<b>40,2</b>	<b>0,1</b>
Canadá	2008	9,6	56,1	33,8	0,5
China	2007	19,2	72,3	8,5	...
Coréia	2007	11,7	76,2	10,7	1,5
Espanha	2007	17,6	55,9	26,4	0,2
Estados Unidos	2007	10,7	71,9	13,3	4,2
França	2006	16,5	63,2	19,2	1,2
Japão	2007	7,8	77,9	12,6	1,8
México	2005	22,1	49,5	27,4	1,0
Portugal	2007	9,1	51,5	29,9	9,5
Rússia	2007	29,1	64,2	6,3	0,3

FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).

O aumento do financiamento para a inovação, P&D e C&T no Brasil demanda o aumento da participação do setor privado no total despendido. Para tanto, novas

instituições e capital social devem ser criados para atender este novo foco de desenvolvimento tecnológico. A simples reorientação de recursos do setor público para o setor privado não atenderia a este propósito, na medida em que objetivo não é reduzir a participação do setor público, mas sim aumentar a participação do setor privado. O gráfico 3.2 a seguir afirma esta idéia, na medida em que mostra que o número de pesquisadores por mil habitantes no Brasil é baixo em relação aos países desenvolvidos, o que mostra a falta de capital humano para o desenvolvimento tecnológico brasileiro, em razão da falta de oportunidades no setor privado.

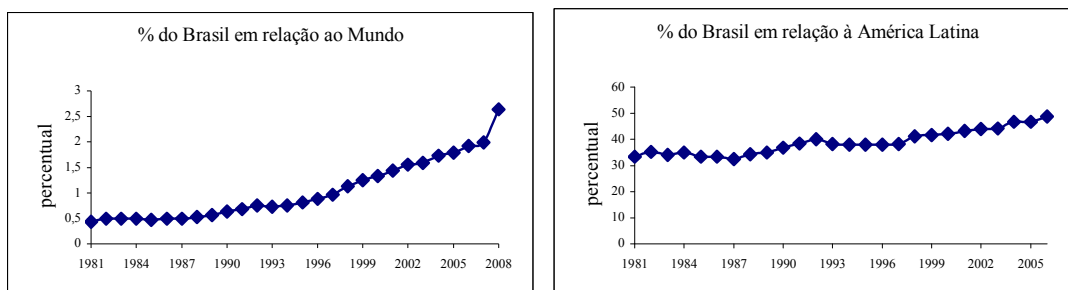
**GRÁFICO 2: NÚMERO DE PESQUISADORES DE P&D TECNOLÓGICO POR MIL HABITANTES EM PAÍSES SELECIONADOS NO PERÍODO DE 2005 ATÉ 2008**



FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).

Apesar da falta de capital humano e da orientação do setor público na geração de conhecimento no Brasil, as políticas de incentivo ao fomento tecnológico desenvolvidas no país nos últimos anos aumentaram a participação brasileiro no total de artigos publicados nos periódicos internacionais indexados. O Brasil deu um salto na participação mundial do conhecimento codificado em artigos científicos, conforme mostra o gráfico 3 a seguir.

GRÁFICO 3: PARTICIPAÇÃO BRASILEIRA NO NÚMERO DE PULBICAÇÕES INTERNACIONAIS E LATINOAMERICANAS ENTRE OS ANOS DE 1981 E 2006 (PERCENTUAL)



FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).

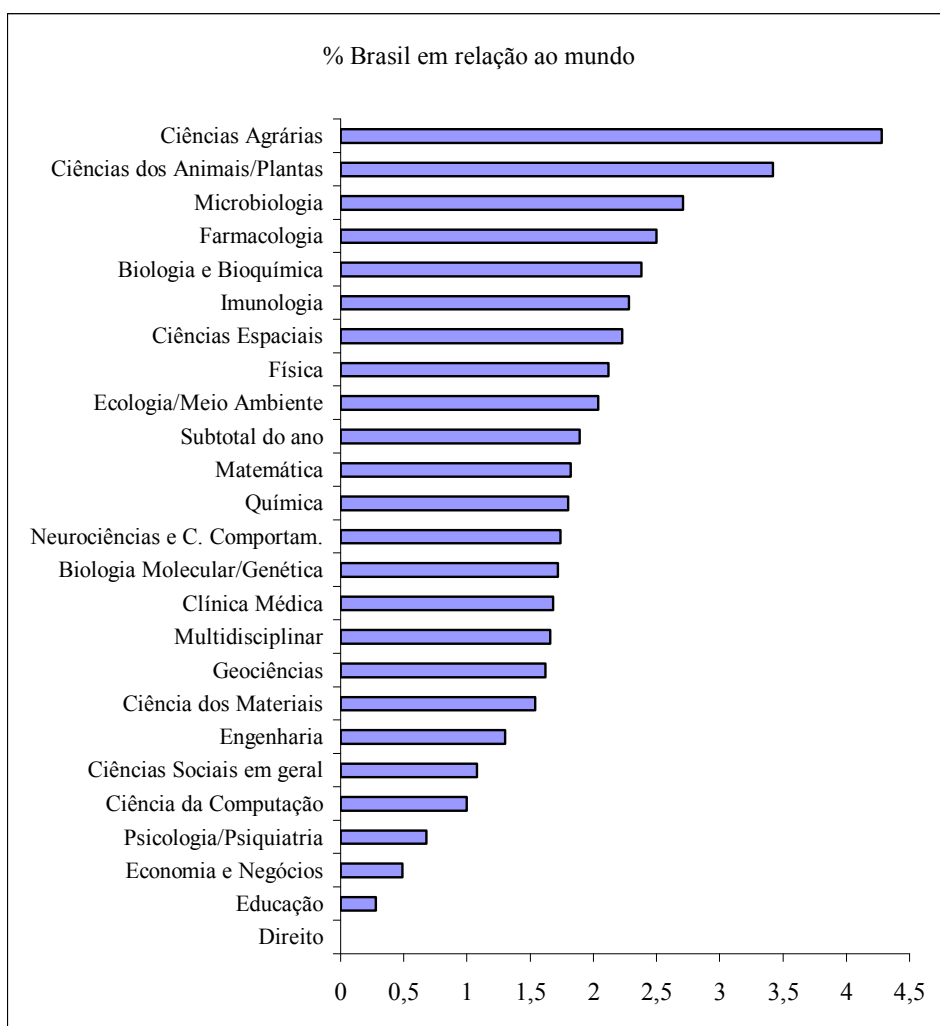
Considerando-se a publicação destes artigos científicos por área do conhecimento, percebe-se que o Brasil, conforme os dados do gráfico 3.4, apresenta maiores participações no estoque internacional de conhecimento nas áreas de biologia, saúde e agricultura e pouca participação nas áreas de educação, negócios e economia. Em relação à aplicabilidade deste conhecimento, ele está voltado ao agronegócio, todavia, concentrado a jusante (agricultura e insumos) e menos a montante (indústria).

O Brasil apresenta grande dependência do setor público para gerar conhecimento tecnológico. Os incentivos econômicos à inovação devem ser discutidos no Brasil, o que significa que o papel das instituições (universidades e governo) e do capital social (sem a participação das empresas na formação de conhecimento tecnológico) devem ser debatidos e um novo SNI brasileiro deve ser pensado em razão da distância do país em relação a fronteira tecnológica mundial e a orientação dos incentivos ao progresso tecnológico mais concentrados na formação de ciência básica e a falta de pesquisa aplicada que atrai mais o setor privado<sup>53</sup>.

A questão levantada agora é se a indústria aproveita a geração de conhecimento tecnológico do setor público. A distribuição setorial da capacidade de inovação da indústria brasileira será analisada na próxima subseção.

<sup>53</sup> A diferença entre os modelos de incentivo ao progresso tecnológico é evidente em relação ao capital social e as instituições envolvidas em cada tipo de atividade. Na pesquisa básica, a universidade é mais autônoma, já na pesquisa aplicada o capital social com o setor privado e instituições de aproximação com o setor industrial são necessários. Neste sentido, ver a discussão de Antonelli (2008) que denomina os regimes de incentivo ao progresso tecnológico nas universidades de *open science* e administração acadêmica do conhecimento a orientação para a pesquisa básica e aplicada respectivamente.

GRÁFICO 4: DISTRIBUIÇÃO POR ÁREAS DE CONHECIMENTO DAS PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS EM PERIÓDICOS INTERNACIONAIS INDEXADOS NO ANO DE 2006



FONTE: OCDE (2009) *apud* MCT (2009).

#### 4.2 Existem diferenças setoriais no processo de inovação?

Os setores industriais brasileiros participam menos da geração de conhecimento tecnológico em relação ao setor público. Todavia, entre os setores industriais são perceptíveis diferenças na geração de inovação.

A análise setorial da capacidade de inovação da indústria brasileira pode ser verificada no trabalho de Negri e Salerno (2005), cujos principais resultados apresentados na tabela 2.

TABELA 2: DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM RELAÇÃO À INOVAÇÃO NO ANO 2000

Setor	Empresas inovadoras (A)	Empresas especializadas em produtos padronizados (B)		Empresas não inovadoras (C)	
		Participação	(A)/(B)	Participação	(A)/(C)
Mecânica					
Química	26,2	8,3	3,16	4,1	6,39
Eletrônica	22,5	14,6	1,54	10,8	2,08
Material de transporte	12,9	2,9	4,45	1,6	8,06
Material elétrico	8,1	5,2	1,56	2,3	3,52
Metalurgia	6,9	3,2	2,16	1,8	3,83
Têxtil e calçados	5,4	9,0	0,60	9,4	0,57
Agroindústria	5,1	18,8	0,27	23,2	0,22
Madeira e móveis	4,3	10,2	0,42	15,0	0,29
Celulose e papel	2,6	13,4	0,19	10,1	0,26
Indústrias diversas	1,8	2,5	0,72	2,9	0,62
Minerais não metálicos	1,6	2,4	0,67	1,4	1,14
Extrativa mineral	1,4	4,7	0,30	9,8	0,14
Gráfica e audiovisual	0,8	1,8	0,44	2,6	0,31
Combustíveis	0,4	2,1	0,19	4,4	0,09
	0,1	0,8	0,13	0,7	0,14

FONTE: Negri e Salerno (2005). A classificação foi feita pela coluna A (empresas inovadoras).

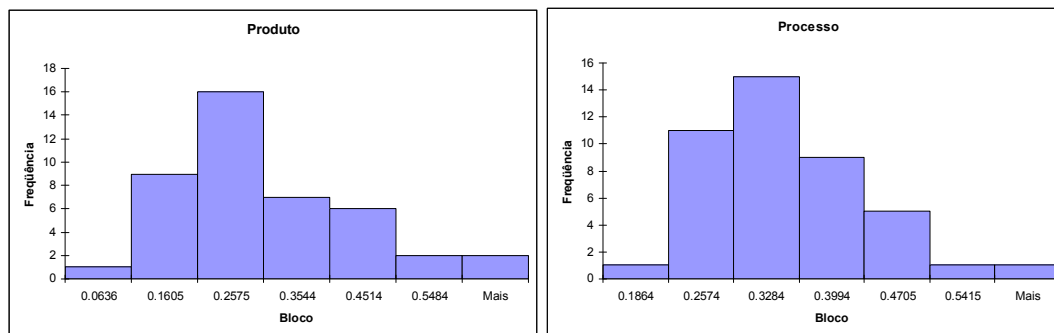
A tabela 2 mostra que existem setores com maior participação de empresas inovadoras em relação aos demais tipos de empresas. Como a indústria química, mecânica, eletrônica, material de transporte e material elétrico.

Analizando-se estes setores, percebe-se uma aproximação com a taxionomia de Pavitt (1984), mas não de forma concisa, pois muitos setores baseados em ciência não aparecem nos resultados. Em relação ao SSI, claramente percebe-se que alguns setores são mais sensíveis à inovação. Todavia a simples separação dos setores mais inovadores da indústria brasileira deixa de lado setores tecnologicamente importantes e não permite a explicação da causalidade das diferentes taxas de inovação entre os setores e a determinação dos efeitos de transbordamento entre os setores industriais, segundo a hipótese de *apropriabilidade* da inovação, conforme mostram Dosi-Orsenigo-Silverberg (1988), além de não considerar os aspectos sistêmicos da inovação, como o papel das instituições. Uma taxa de inovação como esta ainda não considera o impacto econômico da inovação e seus impactos sobre os demais setores e atividades econômicas, bem como o impacto sobre a demanda.

Em relação à capacidade de inovação das firmas industriais brasileiras, os dados da PINTEC (IBGE, 2005) mostram uma distribuição com assimetria

(*skewness*) positiva (desvio para o lado esquerdo). Os dados são apresentados no anexo e as distribuições são apresentadas no gráfico 5.

**GRÁFICO 5: DISTRIBUIÇÃO SETORIAL DO PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E EM PROCESSO NO BRASIL NO ANO DE 2005**



FONTE: Elaboração do autor através dos dados da PINTEC (IBGE, 2005)

Em relação à distribuição setorial da inovação em produto, a maioria dos setores industriais brasileiros apresenta taxa de inovação em torno de 25% (1/4 das empresas são inovadoras em produto). Em relação à inovação em processo, os dados estão mais concentrados em torno de 32% (1/3 das empresas são inovadoras em processo), ou seja, além dos setores inovarem mais em processo do que em produto, mais setores encontram-se em torno da média, o que mostra que a inovação em processo é mais consistente em relação à inovação em produto, tomando-se a distribuição setorial como base de comparação.

A maior participação de empresas inovadoras em processo e menos em produto reflete a falta de pesquisa aplicada no Brasil. A mudança de processo produtivo é conduzida por meio da importação de máquinas e equipamentos, ou seja, pela compra de tecnologia externa. Neste sentido, a inovação em processo é mais fácil em relação à inovação em produto, pois se trata da compra de conhecimento incorporado nos bens de capital e dispensa a formação de capital social com instituições formadoras de conhecimento tecnológico<sup>54</sup>. O aumento do volume de empresas inovadoras em produto demanda o desenvolvimento de instituições e de capital social que oriente a pesquisa das universidades brasileiras para a 'solução de problemas' do setor industrial.

<sup>54</sup> Universidades, centros de pesquisa, ensaio e teste, empresa de consultoria e serviços de projetos, entre outras.

Deste ponto de vista, o problema da falta de empresas inovadoras em produto e da baixa participação de empresas inovadoras com produtos novos para o mercado (variável que será apresentada no decorrer do texto) é originada não pela falta de recursos, mas sim, pela política de distribuição dos mesmos que incentiva apenas o papel da universidade como geradora de conhecimento na sociedade brasileira, mas não a transferência e difusão do conhecimento gerado para o setor produtivo do país. Dosi-Orsenigo-Silberberg (1988) mostram que o processo de difusão do conhecimento tecnológico é tão complexo e depende de instituições próprias como o processo de inovação em si.

A distribuição dos dados apresentados anteriormente é relativa, pois considera a taxa percentual de inovação do setor. Como o tamanho dos setores é diferente em relação ao número de empresas, as diferenças observadas podem ser explicadas pelo número de empresas no setor, o que determina incentivos econômicos relacionados ao número de adotadores de uma determinada tecnologia e a definição da estrutura institucional dedicada à inovação<sup>55</sup>.

Os valores apresentados ainda mostram que a distribuição não é uma curva normal em forma de sino. Todavia, ela não considera dados importantes, como o valor e aplicabilidade das inovações, mas sim apenas se a empresa inovou em produto ou em processo. Como os dados disponibilizados são setoriais, calcula-se o percentual de empresas inovadoras em relação ao tamanho do setor, mas não o valor econômico da inovação e o impacto da mesma no mercado ou no setor.

Comparando-se a distribuição dos dados com o modelo de Pavitt (1984), percebe-se que os setores de uma economia apresentam diferenças em relação à capacidade de inovação. Em outras palavras, alguns setores são mais propensos a inovar em relação a outros, gerando efeitos de transbordamento entre setores (dos mais inovadores para os menos inovadores).

A dependência tecnológica externa dos setores industriais brasileiros pode ser visualizada por meio da intensidade tecnológica<sup>56</sup> das exportações e

---

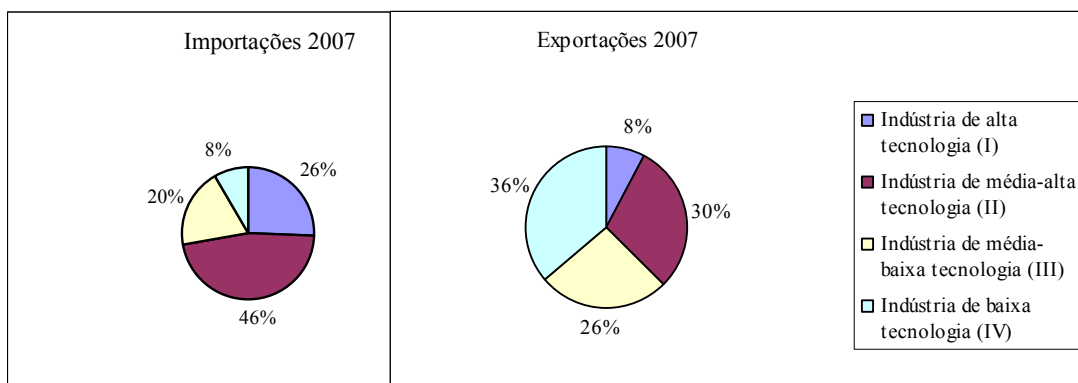
<sup>55</sup> Ver no anexo a tabela com o número total de empresas e os gráficos com a distribuição.

<sup>56</sup> As indústrias de alta intensidade tecnológica são: aeronáutica e aeroespacial, farmacêutica, material de escritório e informática, equipamentos de rádio, TV e comunicação, instrumentos médicos de ótica e precisão. As indústrias de média-alta intensidade tecnológica são: máquinas e equipamentos elétricos, veículos automotores, robôs e semi-robôs, produtos químicos, equipamentos para ferrovia e material de transporte, máquinas e equipamentos mecânicos. As indústrias de média-baixa intensidade tecnológica são: construção e reparação naval, borracha e



importações brasileiras da indústria nacional. O gráfico 6 apresenta os resultados apurados para o ano de 2007.

**GRÁFICO 6: DISTRIBUIÇÃO DAS EXPORTAÇÕES E IMPORTAÇÕES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA POR INTENSIDADE TECNOLÓGICA NO ANO DE 2007**



FONTE: elaboração do autor com dados da SECEX.

Os dados do gráfico 6 mostram que as indústrias de alta e média-alta intensidade tecnológica são responsáveis por 72% das importações e 38% das exportações da indústria brasileira no ano de 2007. Já as indústrias de baixa e média-baixa intensidade tecnológica são responsáveis por 28% das importações e 62% das exportações da indústria brasileira. Percebe-se que as indústrias de baixa e média-baixa intensidade tecnológica dominam as exportações e as indústrias de alta e média-alta intensidade tecnológica são responsáveis pela maior parcela das importações da indústria nacional.

Conforme os dados da geração de C&T do Brasil e de inovação nos setores, a indústria brasileira é pouco inovadora e dependente de conhecimento estrangeiro. O conhecimento gerado no Brasil é pouco aplicado na indústria que depende de processos importados que incorporam conhecimento tecnológico. A análise da inovação sistêmica na indústria brasileira, na realidade é representada pelas empresas inovadoras (em produto e processo) com grau de novidade para o mercado mundial. Estas empresas são poucas e não passam de 1% das empresas brasileiras, com muitos setores apresentando nenhuma empresa inovadora em

---

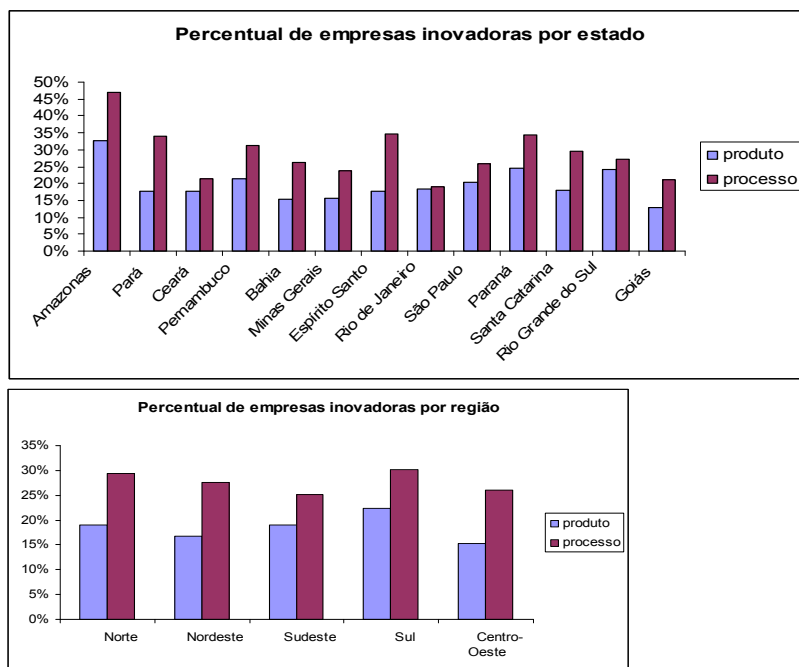
produtos plásticos, produtos de petróleo refinado e outros combustíveis, outros produtos minerais não-metálicos, produtos metálicos. As indústrias de baixa intensidade tecnológica são: produtos manufaturados, madeira e seus produtos, papel e celulose, alimentos, bebidas e tabaco, têxteis, couro e calçados.

termos mundiais. Os dados estão nas duas últimas colunas da tabela A1 (em anexo).

#### 4.3 A distribuição regional da inovação no Brasil é uniforme?

A análise da inovação da indústria brasileira mostrou diferenças entre os setores na proporção de indústrias inovadoras, além da maior participação de empresas inovadoras em processo. Os dados da PINTEC de 2005 ainda podem mostrar a participação de empresas inovadoras em produto e processo por setor nas grandes regiões e nos principais estados brasileiros. Os resultados são apresentados no gráfico 7 a seguir.

**GRÁFICO 7: PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E PROCESSO NAS REGIÕES E PRINCIPAIS ESTADOS BRASILEIROS NO ANO DE 2005.**



FONTE: elaboração do autor através dos dados da PINTEC (IBGE, 2005).

A participação de empresas inovadoras em processo é maior que a participação de empresas inovadoras em produto nas regiões e nos principais estados brasileiros no ano de 2005, ou seja, a mesma propriedade dos setores está presente regionalmente: a inovação gerada pela introdução de bens de capital

(geralmente importados) na produção é maior em relação ao desenvolvimento de novos produtos.

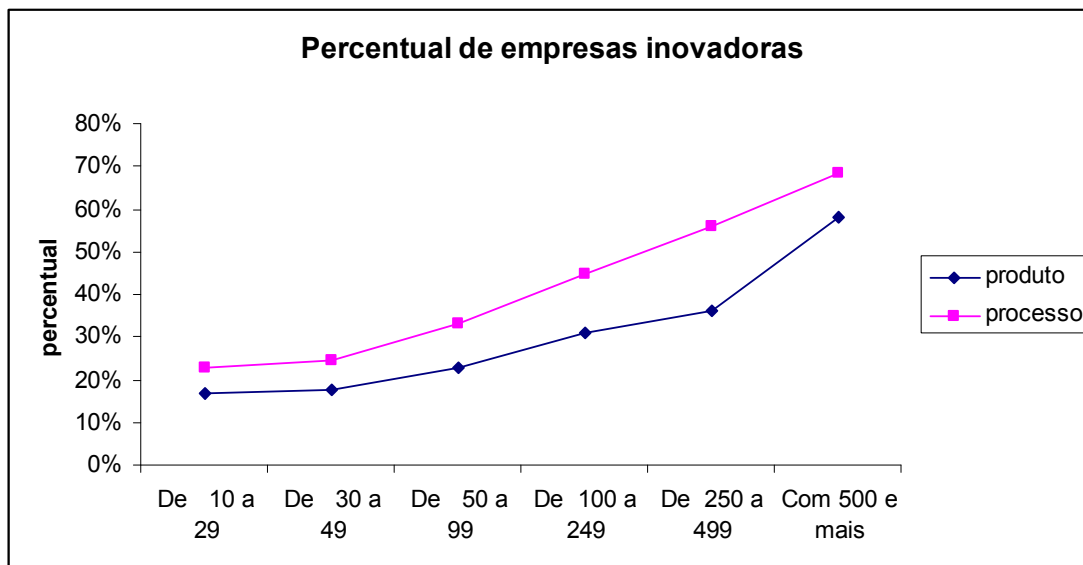
Outra característica apontada pelos dados do gráfico 7 é a distribuição desigual da proporção de indústrias inovadoras entre os estados e regiões. As regiões Norte e Sul são as regiões com a maior taxa de inovação, a região Sudeste (que concentra a maior parcela da indústria nacional) inova menos em termos percentuais, todavia, ela concentra a maior parcela das universidades e cursos de pós-graduação do país. Tal assimetria mostra que o papel da formação de capital humano da universidade no Brasil não é essencial para o processo de inovação, restringindo-se ao processo de produção e circulação.

Analisando-se os estados, percebe-se que o estado com a maior participação de empresas inovadoras é o Amazonas, favorecido pela Zona Franca, o que mostra que a participação de empresas inovadoras é sensível a importação de tecnologia de processo (bens de capital). A maior parcela de empresas inovadoras no estado do Amazonas, em comparação com estados industriais tradicionais, como São Paulo e Santa Catarina, mostra que a inovação possui grandes diferenças regionais e setoriais a serem explicadas e neste sentido o entendimento dos sistemas de inovação e seus incentivos, bem como o papel das instituições é essencial para esta análise.

#### 4.4 Quais as competências internas das empresas inovadoras no Brasil?

Os fatos estilizados do Brasil mostram que as empresas que não inovam são de porte menor, como mostram Prochnick e Araújo (2005). Desta forma, o tamanho da empresa é um fator de explicação da capacidade de inovação na indústria. O gráfico 8 apresenta a distribuição da inovação em produto e processo das empresas industriais brasileiras por faixa de tamanho para o ano de 2005.

GRÁFICO 8: PERCENTUAL DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E PROCESSO POR FAIXA DE TAMANHO DAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS NO ANO DE 2005.



FONTE: elaboração do autor através dos dados da PINTEC (IBGE, 2005).

Uma característica da inovação apontada na obra de Schumpeter é o melhor desempenho das empresas de grande porte. Setorialmente, existem diferenças de porte entre as empresas que explicam a diferença na capacidade de inovação. Como os setores apresentam empresas com tamanhos diferentes, verificado através do *market share*, a capacidade de inovação diverge por setor econômico. Gonçalves *et alli* (2005) encontram uma relação positiva entre a inovação e os portes 'médio' e 'grande' das empresas explicando a inovação de produto e de processo. Outro resultado encontrado foi a maior sensibilidade da inovação de processo em relação à inovação em produto<sup>57</sup>.

Kupfer e Rocha (2005) encontram uma correlação positiva entre o tamanho da empresa e a probabilidade desta ser inovadora. Os autores também mostram que esta função assume a forma de 'U' invertido<sup>58</sup> e utilizam o índice Herfindahl-Hirschman (HHI) para verificar a concentração de mercado.

Outro ponto importante para o desempenho das empresas inovadoras é o comércio internacional. Negri (2005) mostra que a inovação está relacionada com a importação e a exportação. A relação da inovação com a importação está presente na aquisição externa da tecnologia, em função das indústrias brasileiras inovarem

<sup>57</sup> O estudo verificou esta relação através de uma variável *dummy* para alguns setores industriais.

<sup>58</sup> Na literatura econômica esta relação foi estabelecida por Aghion *et alli* (2005).

mais em processo, através da aquisição de bens de capital, geralmente importados. A relação da inovação com a exportação se expressa através dos ganhos de produtividade.

Araújo (2006) mostra que a presença da inovação antecede a exportação. Desta forma, a empresa investe em inovação através da melhoria da qualidade do emprego, investimentos em pesquisa e desenvolvimento, aquisição de novas máquinas e equipamentos para aumentar sua produtividade, o que leva ao aumento *ex post* das exportações industriais.

A inovação na indústria brasileira está relacionada com empresas de maior porte que possuem com maior probabilidade de exportação. Estas empresas são igualmente importadoras (principalmente de máquinas e equipamentos). Estas características são claramente percebidas nas indústrias brasileiras que inovam. Todavia, a relação entre inovação e concentração de mercado não está claramente estabelecida.

O estudo de Negri e Salerno (2005) identifica várias características das empresas industriais brasileiras. De forma geral, em todos os setores há três tipos de empresas: as inovadoras, as empresas especializadas em produtos padronizados e as empresas não inovadoras. Claramente as empresas inovadoras apresentam vantagens competitivas em relação aos demais tipos de empresas, onde estas vantagens se reduzem em direção às empresas não inovadoras. As principais características das empresas industriais brasileiras são identificadas na tabela 3.

Os resultados apontam para uma vantagem das empresas inovadoras em relação à produtividade, como o faturamento maior, e características relativas à mão-de-obra empregada, como escolaridade e rendimentos maiores em relação às demais empresas. Em relação à mão-de-obra, os indicadores de rendimentos e escolaridade maiores vão ao encontro do conceito de capital humano de Mincer (1974) e Becker (1962), onde na visão dos autores, os investimentos em capital humano trazem rendimentos maiores de produtividade e de salários.

TABELA 3: CARACTERÍSTICAS DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM RELAÇÃO À CAPACIDADE DA INOVAÇÃO NO ANO 2000

Característica	Empresas inovadoras	Empresas especializadas em produtos padronizados	Empresas não inovadoras
Pessoal ocupado (número)	545,90	158,10	34,20
Faturamento (R\$ milhões)	135,50	25,70	1,30
Índice de eficiência de escala	0,77	0,70	0,48
Índice de eficiência técnica	0,30	0,18	0,11
Produtividade por trabalhador (R\$ 1.000)	74,10	44,30	10,00
Liderança	0,02	0,004	0,00028
Remuneração média mensal (R\$)	1.254,64	749,02	431,15
Escolaridade média (anos de estudo)	9,13	7,64	6,89
Tempo médio de emprego (meses)	54,09	43,90	35,41
Prêmio salarial (%)	23,00	11,00	0,00
Coefficiente de exportação (%)	0,11	0,21	0,00
Coefficiente de importação (%)	0,15	0,10	0,01

FONTE: Negri e Salerno (2005)

Apesar da análise do impacto da inovação sobre as empresas industriais, a formação de uma média nacional subestima as diferenças setoriais e regionais da indústria. Porém, em relação aos setores industriais, Negri e Salerno (2005) apontam para a característica de que todos os setores apresentam empresas inovadoras, todavia, não ressaltam se as características inovadoras diferem entre os setores, ou se a taxonomia de Pavitt (1984) prevalece na estrutura industrial brasileira em relação ao processo de inovação.

O estudo de Negri (2006) mostra a capacidade de absorção tecnológica das empresas industriais brasileiras. A conclusão é de que as empresas com maior capacidade de absorção possuem maior produtividade, maior número de trabalhadores dedicados a P&D, maior relação entre trabalhadores qualificados e o total de trabalhadores, maior escolaridade dos trabalhadores, P&D contínuo, entre outras variáveis consideradas. A capacidade de absorção relaciona o perfil da mão-de-obra e o esforço tecnológico da empresa. De maneira geral, o melhor capital humano e o esforço contínuo de desenvolvimento tecnológico conduzem a empresa ao aumento da produtividade e ao aumento da probabilidade de inovar.

Estas conclusões reforçam o papel do capital humano como um fator de promoção das inovações, independentemente do setor considerado. Todavia, a formação do capital humano depende de políticas públicas, consideradas apenas no

escopo do SNI e a relação entre as empresas e as instituições que fornecem e desenvolvem o capital humano não é explorada nestes estudos.

A diferença entre a inovação em produto e a inovação em processo reforça o papel microeconômico (da empresa) na decisão de investir no processo de inovação. As diferenças setoriais e regionais são claras e mostram que fatores específicos da indústria e sua localização influenciam o processo de inovação. As diferenças de tamanho das empresas para inovar reforçam a presença de competências dedicadas à inovação e a própria construção e interação da empresa com as instituições que, como destaca a literatura schumpeteriana, são diferentes em relação às pequenas e grandes empresas.

As conclusões pertinentes ao modelo teórico da literatura schumpeteriana e os fatos estilizados e empíricos identificados são consideradas na próxima seção.

## 5. CONCLUSÃO

O progresso tecnológico pode ser considerado o principal fator de desenvolvimento econômico, via desenvolvimento de inovações na indústria (que transbordam para outros setores, como a agropecuária e serviços). A constatação de que o progresso tecnológico possui particularidades, ajuda na determinação de políticas de desenvolvimento para países em desenvolvimento que, em certa medida, ainda não avançaram na formação de um ambiente institucional de inovação, como defende Kim (2005).

O processo de inovação passa pela análise econômica e institucional dos sistemas que permeiam o ambiente de promoção da mesma. A primeira constatação é de que a inovação é sistêmica e não ocorre de maneira isolada.

O foco da inovação é a empresa inovadora. A análise das competências microeconômicas do processo de inovação mostra que o capital humano é essencial para o êxito da inovação nas empresas industriais. A inovação gera ganhos de produtividade, depende e influencia o comércio exterior da empresa. Duas conclusões da investigação empírica da inovação das empresas industriais brasileiras são preocupantes. A primeira mostra que as empresas maiores levam vantagem para inovar, o que significa que existem barreiras à entrada para as

empresas de menor porte também inovarem. A segunda é a dependência tecnológica externa, as empresas industriais inovam mais em processo e menos em produto, o que significa que o processo de inovação no Brasil é na verdade, um processo de redução do hiato tecnológico das empresas brasileiras, ao adquirirem tecnologias (externas) incorporadas nos bens de capital. A inovação de produto, mais arriscada e dependente de análises de mercado e maior complexidade inovadora são advindas da inovação em processo e não uma estratégia definida a partir da formação de capital social com as instituições geradoras de conhecimento.

Como a inovação é sistêmica, a identificação das competências das empresas industriais brasileiras, como por exemplo, a maior produtividade das empresas inovadoras, não explica a origem e importância destas competências no processo de inovação das mesmas. Faltam estudos do processo de inovação sistêmico na indústria brasileira, em outras palavras, os estudos de inovação existentes assumem uma “caixa preta” da inovação na empresa. O papel das instituições e do capital social não é estimado, o impacto dos atores sociais não pode ser percebido apenas por meio da análise microeconômica da inovação. As políticas públicas sugeridas da investigação do processo sistêmico de inovação devem incorporar as especificidades institucionais da indústria e envolver a relação com as competências microeconômicas dedicadas à inovação nas empresas, destacando as diferenças setoriais do processo de inovação (assim como as diferenças regionais e tecnológicas).

Esta análise do processo de inovação ainda é iniciante no Brasil. Novos modelos de investigação e metodologias ainda estão em desenvolvimento, mas a preocupação da investigação deve ser a mesma: a inovação não depende apenas da empresa inovadora. Nela se constata como a inovação impactou as competências. A origem das mesmas depende dos atores institucionais, como governo e universidades, e da formação de capital social, como a cooperação entre empresas.

A literatura schumpeteriana divide a análise sistêmica da inovação em quatro categorias: o sistema nacional de inovações (SNI), o sistema setorial de inovações (SSI), o sistema regional de inovações (SRI) e o sistema tecnológico (ST). A investigação destes sistemas na indústria brasileira ainda é incipiente, mas se



apresenta como uma análise necessária, em razão da complexidade do processo de inovação na economia.

Os dados brasileiros de inovação mostraram que o país apresenta um esforço de desenvolvimento tecnológico, científico e inovador nos últimos anos. A participação brasileira na publicação de artigos científicos internacionais aumentou. Todavia, este esforço ainda é de geração de conhecimento codificado e não conhecimento tácito, centralizado nos gastos públicos e nas universidades. O setor privado participa pouco do esforço de construção de conhecimento nacional e desta forma, depende de tecnologias estrangeiras para inovar.

A baixa participação das empresas na geração de conhecimento esbarra na constatação de alguns estudos de que a inovação é benéfica para as empresas (inovadoras) e está presente em todos os setores da indústria nacional.

A análise do processo sistêmico de inovação aqui descrito visa responder alguns questionamentos que ficaram em aberto nos estudos empíricos considerados. A primeira pergunta é como aumentar o número de empresas inovadoras na indústria brasileira. A segunda é a determinação da origem da produtividade no processo de inovação destas empresas, presente nas instituições e na formação de capital social. A terceira é o papel das inovações organizacionais na explicação da produtividade e das inovações em produto e processo. A quarta é se as políticas de promoção das inovações adotadas no Brasil e baseadas no conceito microeconômico de inovação não acentuam as desigualdades regionais e setoriais da indústria brasileira, na medida em que desconsideram a explicação de como o processo de inovação funciona nas empresas e quais os atores sociais envolvidos no mesmo.

Neste sentido, encorajamos a realização de estudos sistêmicos do processo de inovação baseados na identificação do papel do governo e das universidades. Estas instituições são essenciais no processo de inovação e a extensão de suas políticas públicas de inovação passa pela discussão do modelo regulador institucionalizado no país.

Encorajamos igualmente a identificação dos quatro sistemas de inovação e a articulação entre os mesmos. Como o ponto central da inovação é a indústria, a identificação do SSI nos parece mais estratégico, na medida em que se aproveita de

estudos microeconômicos já feitos e da ampla e sólida experiência na análise dos dados oficiais disponíveis. Como o setor industrial é um ponto amplo e se articula com os demais sistemas, sua análise contribui com o entendimento do papel da inovação e do conhecimento tecnológico para o crescimento da economia brasileira a partir da indústria.

Os dados apresentados mostram que a inovação (em produto e processo) varia nos setores (indústrias), nas regiões e principais estados brasileiros e conforme o tamanho da empresa. Estas diferenças mostram que a inovação sistêmica demanda a formação de instituições e o capital social constituído será diferente conforme as diferenças apontadas. Desta forma, a análise da inovação na indústria brasileira deve ir além das características da empresa inovadora (comparada com as empresas não inovadoras). A identificação das competências para o processo de inovação mostra apenas o lado microeconômico da inovação. As diferenças institucionais (por que a inovação em produto é menor que a inovação em processo na indústria brasileira? E quais as diferenças de capital social pertinentes a cada tipo de inovação? Qual o papel da inovação organizacional em cada indústria?) devem ser consideradas, assim como as diferenças setoriais (quais os setores que inovam mais e suas características econômicas, como concentração, relação com o comércio exterior, bem como a sua constituição de capital social), diferenças regionais (estados e regiões brasileiras), bem como a aglomeração (concentração produtiva em clusters) também são importantes.

Apesar das diferenças de abordagem em relação aos sistemas de inovação, os pontos em comum mostram que a análise do ambiente econômico e das relações das empresas com o ambiente institucional são relevantes para o entendimento do processo de inovação. Esta análise identifica os fatores (econômicos e sociais) necessários para que a inovação aconteça. Estes fatores, combinados com a identificação do resultado da inovação (aumento da intensidade de comércio internacional, ganhos de produtividade, aumento de indicadores de inovação, entre outras medidas), mapeiam o impacto da inovação na indústria e podem contribuir com a definição de políticas públicas de incentivo a mesma.

O resultado final do aumento da intensidade inovadora na indústria é conhecido, como aumento do emprego qualificado e das oportunidades econômicas, além da oportunidade do desenvolvimento (econômico e social) promovido pelo

avanço tecnológico. Todavia, o esforço inovador demanda planejamento e a construção de um ambiente de cooperação para o aprendizado de novas tecnologias que, via de regra, são coletivas. O aprendizado é mais eficiente quando a empresa possui as competências apontadas nos estudos da empresa inovadora, principalmente, capital humano. Todavia, a dependência do ambiente é visível e a formação de redes de aprendizado fundamental.

Muitos estudos sistêmicos foram desenvolvidos no Brasil nos últimos anos. Contudo, não com o foco na inovação, mas na produção. Estudos de Arranjos Produtivos Locais (APLs), clusters e distritos industriais podem igualmente incorporar a inovação como fator de desenvolvimento da indústria e da região. O entendimento do processo de inovação e dos fatores sistêmicos necessários para o seu desenvolvimento vai além dos elementos produtivos e deve considerar as características microeconômicas e institucionais da inovação, bem como a relação a ser estabelecidas entre os atores.

Desta forma, o capital social do sistema voltado à inovação depende do esforço das empresas e novos empreendedores, mas também da construção da rede social de atores, como governo, universidades e outros atores da função de conhecimento tecnológico, estruturas de governança e financiadores (públicos e privados) da inovação. O entendimento de que a inovação não nasce apenas da vontade de uma empresa criativa, mas se desenvolve a partir da busca desta empresa por fontes de conhecimento e oportunidades econômicas do conhecimento nos seus negócios, deve ser considerado na análise do processo de inovação na indústria brasileira. Esta busca por oportunidades econômicas, por meio das inovações, é constante e mostra que a inovação nasce da interação entre atores econômicos e sociais, quando o conhecimento tecnológico e suas aplicações nas inovações são transformados na fonte do crescimento.

Como proposta de análise futura, sugere-se que a relação da empresa (microeconômica) com o ambiente (instituições, capital social e características setoriais e regionais) seja analisada empiricamente. Através desta análise, pode-se verificar o caráter sistêmico da inovação, identificado teoricamente e relacionado com as diferenças setoriais e regionais dos dados sobre a inovação na indústria brasileira. Este estudo contribui com a definição de um modelo de análise schumpeteriano do processo de inovação sistêmico na indústria. O entendimento do

processo de inovação dentro de um sistema ressalta a sua principal qualidade de articular uma proposta multidisciplinar e da cooperação da economia schumpeteriana com as demais áreas que estudam a inovação.

## Anexos

TABELA A.1: INOVAÇÃO EM PRODUTO E PROCESSO NAS INDÚSTRIAS BRASILEIRAS NO ANO DE 2005

Setor	Total de empresas	Inovadoras em produto		Inovadoras em processo		Inovadoras em produto novo para o mercado mundial)		Inovadoras em processo (processo novo para o mercado mundial)	
		Empresas	Participação	Empresas	Participação	Empresas	Participação	Empresas	Participação
Total	95 301	19 670	20.64%	19 670	20.64%	203	0,21%	115	0,12%
Indústrias extrativas	1 849	118	6.36%	118	6.36%	1	0,05%	3	0,16%
Indústrias de transformação	89 205	17 666	19.80%	17 666	19.80%	174	0,19%	100	0,11%
Fabricação de produtos alimentícios e bebidas	11 588	2 399	20.70%	2 399	20.70%	10	0,09%	6	0,05%
Fabricação de produtos alimentícios	10 828	2 270	20.96%	2 270	20.96%	7	0,06%	2	0,02%
Fabricação de bebidas	760	129	16.93%	129	16.93%	4	0,47%	4	0,47%
Fabricação de produtos do fumo	70	8	11.83%	8	11.83%	-	0,00%	-	0,00%
Fabricação de produtos têxteis	4 154	815	19.62%	815	19.62%	4	0,11%	1	0,02%
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	12 162	1 564	12.86%	1 564	12.86%	2	0,02%	-	0,00%
Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	4 556	711	15.61%	711	15.61%	3	0,07%	1	0,02%
Fabricação de produtos de madeira	5 089	838	16.46%	838	16.46%	1	0,03%	1	0,02%
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel	1 784	265	14.88%	265	14.88%	2	0,11%	3	0,17%
Fabricação de celulose e outras pastas	27	9	34.48%	9	34.48%	1	3,45%	-	0,00%
Fabricação de papel, embalagens e artefatos de papel	1 757	256	14.57%	256	14.57%	1	0,06%	3	0,17%
Edição, impressão e reprodução de gravações	3 973	551	13.86%	551	13.86%	3	0,07%	-	0,00%
Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	206	64	31.16%	64	31.16%	1	0,49%	-	0,00%
Fabricação de coque, álcool e elaboração de combustíveis nucleares	130	24	18.70%	24	18.70%	-	0,00%	-	0,00%
Refino de petróleo	75	40	52.69%	40	52.69%	1	1,32%	-	0,00%
Fabricação de produtos químicos	3 801	1 532	40.30%	1 532	40.30%	27	0,71%	11	0,29%
Fabricação de produtos químicos	3 180	1 292	40.63%	1 292	40.63%	20	0,61%	9	0,29%
Fabricação de produtos farmacêuticos	622	240	38.59%	240	38.59%	7	1,17%	2	0,32%
Fabricação de artigos de borracha e plástico	5 308	1 085	20.44%	1 085	20.44%	13	0,25%	4	0,07%
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	6 643	673	10.13%	673	10.13%	3	0,05%	2	0,03%
Metalurgia básica	1 470	364	24.78%	364	24.78%	2	0,14%	4	0,27%
Produtos siderúrgicos	382	67	17.66%	67	17.66%	1	0,26%	2	0,52%

Metalurgia de metais não-ferrosos e fundição	1 089	297	27.27%	297	27.27%	1	0,09%	2	0,18%
Fabricação de produtos de metal	8 573	1 496	17.45%	1 496	17.45%	35	0,41%	3	0,03%
Fabricação de máquinas e equipamentos	5 799	1 728	29.79%	1 728	29.79%	36	0,62%	47	0,82%
Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática	211	136	64.53%	136	64.53%		0,00%		0,00%
Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	1 892	564	29.81%	564	29.81%	3	0,16%	6	0,29%
Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	644	284	44.16%	284	44.16%	2	0,34%	1	0,18%
Fabricação de material eletrônico básico	326	143	43.95%	143	43.95%	-	0,00%	-	0,00%
Fabricação de aparelhos e equipamentos de comunicações	318	141	44.38%	141	44.38%	2	0,69%	1	0,37%
Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios	921	501	54.35%	501	54.35%	3	0,32%	1	0,13%
Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias	2 214	430	19.42%	430	19.42%	14	0,65%	8	0,37%
Fabricação de automóveis, caminhonetas e utilitários, caminhões e ônibus	40	26	64.15%	26	64.15%	2	6,10%	-	0,00%
Fabricação de cabines, carrocerias, reboques e acondicionamento de motores	962	68	7.11%	68	7.11%	1	0,10%	-	0,00%
Fabricação de peças e acessórios para veículos	1 211	336	27.72%	336	27.72%	11	0,90%	8	0,67%
Fabricação de outros equipamentos de transporte	589	154	26.10%	154	26.10%	2	0,34%	-	0,00%
Fabricação de móveis e indústrias diversas	7 087	1 432	20.20%	1 432	20.20%	4	0,06%	1	0,01%
Fabricação de artigos do mobiliário	5 067	974	19.23%	974	19.23%	3	0,06%	-	0,00%
Fabricação de produtos diversos	2 019	457	22.65%	457	22.65%	1	0,05%	1	0,05%
Reciclagem	470	73	15.61%	73	15.61%	-	0,00%	-	0,00%

FONTE: Elaboração do autor através dos dados da PINTEC: IBGE (2005).

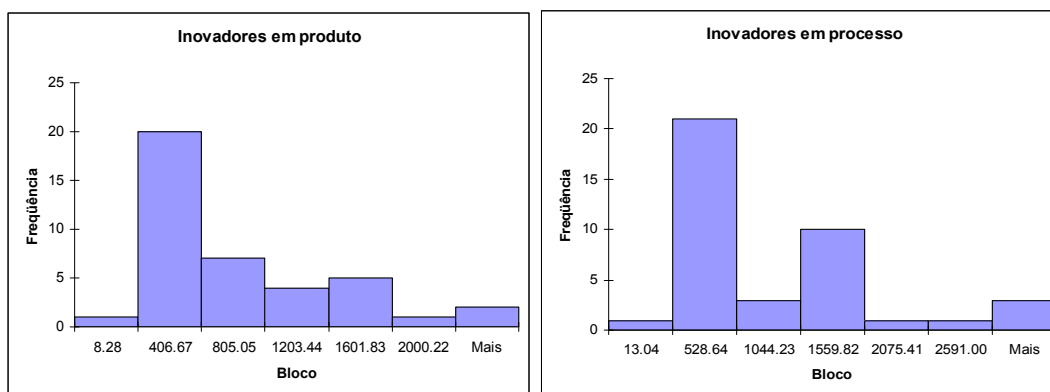


FIGURA A.1: DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE EMPRESAS INOVADORAS EM PRODUTO E EM PROCESSO NOS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS NO ANO DE 2005

FONTE: elaboração do autor através dos dados da PINTEC (IBGE, 2005)

## REFERÊNCIAS

AGHION, P; BLOOM, N; HOWITT, P; BLUNDELL, R; GRIFFITH, R (2005). Competition and innovation: an inverted-U relationship. Quarterly Journal of Economics, volume 120, issue 2, p. 701-728.

ANDERSEN, ES; LUNDVALL, BA (1997). National innovation systems and the dynamics of the division of labor. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. New York: Routledge, p. 242-265.

ANTONELLI, C (2008). The new economics of the university: a knowledge governance approach. Journal of Technology Transfer, volume 33, p. 1-22.

ARAÚJO (2006). Análise empírica dos efeitos ex-post das exportações sobre a produtividade, o emprego e a renda das empresas brasileiras. In: p. NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA, p.51-68.

BECKER, GS (1962). Investment in human capital: a theoretical analysis. Journal of Political Economy, volume 70, number 5, part 2: Investments in human beings, p. 9-49.

BRESCHI, S; MALERBA, F (1997). Sectoral innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spatial boundaries. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. New York: Routledge, p. 130-156.

CARLSSON, B; JACOBSSON, S (1997). Diversity creation and technological systems: a technology policy perspective. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. New York: Routledge, p. 266-294.

CEPAL (2008). Structural change and productivity growth: 20 years later – old problems, new opportunities. Santiago: CEPAL.

CIMOLI, M; GIUSTA, M. (1998). The nature of technological change and its main implications on national and local system of innovation. Luxemburg: International Institute for Applied Systems Analysis – Interim Report.

COOKE, P (1992). Regional innovation systems: competitive regulation in the New Europe. Geoforum, volume 23, p. 365-382.

COOKE, P. (2001). Regional innovation systems, clusters, and the knowledge economy. Industrial and Corporate Change, volume 10, number 4, p. 945-974.

COOKE, P (2004). Regional innovation system – an evolutionary approach. In: COOKE, P; HEIDENREICH, M; BRACZYK, HJ. Regional innovation systems: the role of governance in globalized world. London: Routledge, p. 1-18.

COOKE, P; URANGA, MG; ETXEBARRIA, G (1997). Regional innovation system: institutional and organizational dimensions. Research Policy, volume 26, issue 4-5, p. 475-491.

DOSI, G; ORSENIGO, L; SILVERBERG, G (1988). Innovation, diversity and diffusion: a self-organization model. The Economic Journal, volume 98, p. 1032-1054.

DOSI, G; PAVITT, K; SOETE, L (1990). The economics of technical change and international trade. London: Harvester Wheatshead.

ETZKOWITZ, H; LEYDESDORFF, L (2000). The dynamics of innovation: from national systems and “mode 2” to a triple helix of university-industry-government relations. Research Policy, volume 29, p. 109-123.

HAUKNES, J (1999). Norwegian input-output clusters and innovation patterns. In: OECD. Boosting innovation: the cluster approach. Paris: OECD.



HEIDENREICH, M (2004). The dilemmas of regional innovation systems. In: COOKE, P; HEIDENREICH, M; BRACZYK, HJ. Regional innovation systems: the role of governance in globalized world. London: Routledge, p. 363-394.

FREEMAN, C (1987). Technology, policy, and economic performance: lessons from Japan. London Pinter Publisers.

FREEMAN, C (1995). The national system of innovation in historical perspective. Cambridge Journal of Economics, volume 19, p. 5-24.

GONÇALVES, E, SIMÕES, R (2005). Padrões de esforço tecnológico da indústria brasileira: uma análise setorial a partir de técnicas multivariadas. Revista Economia, volume 6, número 2, p. 391-433.

GROSSMAN, GM; HELPMAN, E (1993). Innovations and growth in the global economy. Cambridge: MIT.

IBGE (2005). PINTEC. Rio de Janeiro: IBGE.

KIM, L (2005). Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coréia. Campinas: UNICAMP.

KUPFER, D; ROCHA, F (2005). Determinantes setoriais do desempenho das empresas industriais brasileiras. In: NEGRI, JA de; SALERMO, MS. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, p. 253-297.

LEONCINI, R; MAGGIONI, MA; MONTRESOR, S (1996). Intersectoral innovation flows and national technological systems: network analysis for comparing Italy and Germany. Research Policy, volume 25, p. 415-430.

LUNDVALL, BA (1992). National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter Publisers.

LUNDVALL, BA; JONSHON, B; ANDERSEN, ES; DALUM, B (2002). National systems of production, innovation and competence building. Research Policy, volume 31, issue 2, p. 213-231.

MALERBA, F (2002). Sectoral systems of innovation and production. Research Policy, volume 31, p. 247-264.

MINCER, J (1974). Progress in human capital analysis of the distribution of earnings. In: ATKINSON, AB. The personal distribution of incomes. London: Allen & Unwin.

MINISTÉRIO DA CIENCIA E TECNOLOGIA – MCT (2009). Indicadores: comparações internacionais. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/740.html?execview=>

MORGAN, K (1997). The learning region: institutions, innovation and regional renewal. Regional Studies, volume 31, p. 491-503.

MOWERY, DC; ROSENBERG, N (2005). Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Campinas: Unicamp.

NEGRI, F de (2006). Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra? In: NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA, p. 101-122.

NEGRI, JA de; ARAÚJO, BCPO de. (2007). As empresas brasileiras e o comércio internacional. Brasília: IPEA.

NEGRI, JA de; NEGRI, F de; COELHO, D (2006). Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA.

NEGRI, JA de; SALERMO, MS (2005). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA.

NELSON, RR; WINTER, SG (1982). An evolutionary theory of economic change. Cambridge: Harvard University Press.

NELSON, RR (1993). National innovation systems: a comparative analysis. Oxford: Oxford.

NELSON, RR; SAMPAT, BN (2001). Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. Journal of Economic Behavior & Organization, volume 44, p. 31-54.

NELSON, RR; NELSON, K (2002). Technology, institutions, and innovation system. Research Policy, volume 31, p.265-272.

OCDE (2002). Dynamising national innovation systems. Paris: OECD.

OCDE (2008). Compendium of patent statistics. Paris: OECD.

PAVITT, K (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy, volume 13, p.343-373.

PORTER, ME (1998). The competitive advantage of nations: with a new introduction. New York :Free Press.

PROCHNICK, V; ARAÚJO, RD de (2005). In: NEGRI, JA de; SALERMO, MS. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA.

SCHUMPETER, JA (1949). Economic theory and entrepreneurial history. In: RESEARCH CENTER IN ENTREPRENEURIAL HISTORY. Changes and the entrepreneur: postulates and patterns of entrepreneurial history. Cambridge: Harvard University, p. 63-84.

SCOTT, JT; MARTIN, S (2000). The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation. Research Policy, volume 29, p. 437-447.

SUZIGAN, W; FURTADO, J; GARCIA, R; SAMPAIO, S. (2004). Clusters ou sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. Revista de Economia Política, volume 24, número 4 (96).

TEECE, DJ; PISANO, G; SHUEN, A (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal, volume 18, number 7, p. 509-533.

VEUGELERS, R (2007). Developments in EU statistics on science, technology and innovation: taking stock and moving closer to evidence-based policy analysis. In: OECD. Science, technology and innovation indicators in a changing world: responding to policy needs. Paris: OECD, p. 33-45.

## **EVIDÊNCIAS DE SISTEMAS SETORIAIS DE INOVAÇÃO: INOVAÇÃO, INSTITUIÇÕES E CAPITAL SOCIAL NA DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DA INDÚSTRIA BRASILEIRA NO ANO DE 2005**

### **RESUMO**

Este artigo busca analisar a existência de sistemas setoriais de inovação na indústria brasileira de transformação. Para tanto, utiliza-se o conceito de inovação sistêmica da literatura schumpeteriana que destaca o papel holístico das inovações, compreendido como a soma de i) as competências microeconômicas dedicadas à inovação da empresa, como o capital humano, ii) as características mesoeconômicas, como as características particulares de setor, a presença de comércio internacional, concentração de mercado, aglomeração e trajetória tecnológica por setor industrial e, iii) as características sociais, como a presença de instituições, como o governo, universidades e centros de pesquisa e o desenvolvimento de capital social, como a relação de parcerias estratégicas entre empresas inovadoras e outras empresas, universidades, fornecedores, entre outros e que dependem de mudanças organizacionais. Um modelo de regressão multinível em dois níveis é apresentado. O primeiro nível capta a influência das competências de inovação da empresa na explicação da sua produtividade, medida pela PTF (produtividade total dos fatores), no segundo nível, as características mesoeconômicas e sociais explicam a dinâmica entre as competências para inovação e a PTF das empresas por setor, tomada como o elemento de agrupamento endógeno do modelo.

Palavras chave: Sistema setorial de inovação, Inovação sistêmica, Competências para inovar, Instituições, Capital social.

### **ABSTRACT**

This paper analyzes the existence of sectoral innovation systems in the Brazilian manufacturing industry. For this purpose, we use the concept of systemic innovation in Schumpeterian literature that highlights the role of holistic innovations, it is understood how the sum of i) the microeconomics competencies dedicated to innovation in business, such as human capital, ii) mesoeconomics characteristics like the particular characteristics of sector, the presence of international trade, market concentration, agglomeration and technological trajectory of the industrial sector, and iii) the social characteristics such as the presence of institutions like government, universities and research centers, and development of capital social, as strategic relationship between innovative companies and other companies, universities, suppliers, and others that depend of organizational change. A multilevel regression

model in two levels is presented. The first level captures the influence of competencies to innovate in the explanation of productivity, measured by TFP (total factor productivity), in the second level the mesoeconomics and social characteristics explain the dynamics between the competencies for innovation and TFP for firms by sector, that is the grouping element of the endogenous model.

Key words: Sectoral system of innovation, Systemic innovation, Capabilities, Institutions, Social capital.

JEL: A13, L6, L7, O32, O38, O43, O47

## 1. INTRODUÇÃO

A relação microeconômica entre produtividade e inovação é forte e atualmente uma das principais explicações para o processo de crescimento econômico. Porém, as duas variáveis são interdependentes e a causalidade entre as mesmas é de difícil determinação, refletindo mais uma escolha por parte do pesquisador por uma ou a disponibilidade de dados.

Tanto a produtividade como o processo de inovação são elementos microeconômicos iniciados por uma decisão estratégica da empresa, na medida em que a mesma acumula competências para inovar (que aumentam a sua produtividade) ou acumula capacidade de promover o aumento da produtividade (que possibilita a utilização de novas tecnologias e inovações).

A decisão da empresa de inovar ou de aumentar sua produtividade está relacionada com a busca de diferenciação de produtos e aumento dos lucros (por ganho de receita ou redução de custos). Todavia, a variação da produtividade e o processo de inovação não são isolados e dependem de uma ampla gama de fatores externos.

Conforme a literatura schumpeteriana/evolucionista, o processo de inovação é sistêmico. Este caráter sistêmico diz respeito ao papel das instituições e do capital social na formação, difusão e uso da tecnologia. O progresso tecnológico combinado com as competências para inovar da empresa é que determina o desenvolvimento das inovações. Desta forma, a capacidade de inovação e de promoção da produtividade é limitada pelo ambiente externo e a articulação da empresa com os atores econômicos e sociais envolvidos no referido ambiente.

A identificação dos elementos microeconômicos e institucionais é fundamental para a explicação da produtividade das empresas e sua capacidade de inovar. Neste sentido, a pesquisa envolve duas etapas. A primeira é microeconômica e busca a identificação das competências internas envolvidas com a inovação e os elementos dinâmicos que explicam a produtividade. O capital humano e os ganhos de escala

(muitas vezes associados ao comércio internacional e à presença do investimento) são considerados nesta esfera de análise<sup>59</sup>.

A segunda etapa é a análise da esfera institucional. Conforme Nelson e Nelson (2002) e Nelson (2005) o conceito de instituição é amplo e carente de uma definição precisa. As instituições e o capital social são responsáveis pela capacidade de articulação entre os atores envolvidos com o processo de inovação (desenvolvimento e difusão), além da regulação e do próprio impacto da inovação sobre o mercado (condições sócio-econômicas). A definição de instituição pode envolver atores sociais ligados ao processo de inovação, como governo e universidades, além de representar a formação do capital social entre estes elementos sociais e os atores econômicos (empresas). As instituições ainda podem representar o ambiente social formal (como leis e regulação) e informal (costumes, hábitos, forma de uso da tecnologia) que limitam o progresso tecnológico.

A definição ampla de instituições enriquece o estudo do processo sistêmico da inovação. Por outro lado, ela gera inúmeras formas de definição e análise da inovação e da produtividade na economia. A literatura schumpeteriana/evolucionista definiu quatro níveis de análise do processo sistêmico da inovação, apresentados como: o sistema nacional, setorial, regional e tecnológico de inovação<sup>60</sup>. Torna-se necessário escolher um sistema de inovação para análise, o que por sua vez, limita a definição de instituição e de capital social a ser investigado.

A escolha deste estudo foi pelo sistema setorial de inovação (SSI). Tal escolha foi motivada pela disponibilidade de dados<sup>61</sup> para investigação e pela necessidade de verificação empírica do impacto do setor na produtividade e no processo de inovação das empresas brasileiras, já que a literatura empírica sobre o processo de inovação na economia assume a taxonomia de Pavitt (1984) na explicação das diferenças tecnológicas entre os setores e tal classificação é válida, a princípio, para os países da OCDE.

---

<sup>59</sup> As fontes de dados sobre as empresas são amplas, como a PIA, RAIS, SECEX, INPI, BACEN.

<sup>60</sup> Ver Edquist e Jonhson (1997) para uma revisão dos sistemas de inovação.

<sup>61</sup> As variáveis institucionais relacionadas à inovação estão na PINTEC, cuja última versão é do ano de 2005. Como a PINTEC possui apenas três estudos (2000, 2003 e 2005), optou-se por um modelo de tipo *cross-section* para o último ano disponível.

O modelo analisado encontrou evidências da existência de SSI's na indústria brasileira ao verificar que a variância da produtividade<sup>62</sup> dentro dos setores é significativamente menor que a variância entre firmas quaisquer na indústria de transformação. Em alguns setores a PTF das empresas permaneceu diferente da PTF média da indústria brasileira no ano de 2005, com setores acima e outros abaixo da média geral da indústria, tornando estes setores mais e menos eficientes respectivamente. Os setores que apresentaram desvios da PTF média da indústria brasileira no ano de 2005 foram: a extração de carvão, minério de ferro e serviços relacionados à extração de petróleo (na indústria extrativa); a fabricação de produtos de petróleo e etanol; a siderurgia e a fabricação de produtos de metal, a indústria de transportes, eletrodomésticos e equipamentos para a agricultura; a indústria de alimentos e bebidas, farmacêutica e química, cimento e celulose; a fabricação de máquinas e equipamentos de sistemas eletrônicos para processamento de dados, controle de energia elétrica, fios, cabos e condutores elétricos isolados, telefonia, radiotelefonia e transmissores. Em função dos desvios de produtividade apresentados, estes setores serão analisados em relação aos fatores sistêmicos da inovação (presentes na literatura sobre o SSI) que explicam as diferenças de produtividade das empresas que pertencem aos mesmos.

Nestes setores os desvios da PTF indicam que variáveis setoriais analisadas no modelo, como a aglomeração e a concentração, a presença de capital estrangeiro e de exportações (destino externo de vendas), bem como a presença de instituições e a formação de capital social entre as empresas e estas instituições no setor, como a cooperação (com outras empresas), apoio do governo, cooperação com universidades e centros de pesquisa, inovação no setor (em produto, processo e organizacional) e financiamento público, exercem grande influência sobre o desempenho individual das empresas.

A constatação de que instituições e o capital social, bem como as características do setor explicam o desempenho das empresas industriais brasileiras no ano de 2005 corrobora a hipótese de que a inovação é sistêmica. Neste caso o

---

<sup>62</sup> A produtividade medida é a PTF (produtividade total dos fatores).



sistema relevante é o setorial (SSI) e as suas características explicam a PTF das empresas em relação aos ganhos de escala e de inovação<sup>63</sup>.

Este artigo é dividido em duas seções, além desta introdução e da conclusão. A primeira seção apresenta o modelo empírico a ser estimado. Para tanto, analisa-se o conceito de produtividade nas empresas a partir da produtividade total dos fatores (PTF) a ser empregada no modelo, uma breve discussão da metodologia de regressão multinível é apresentada. A seção seguinte apresenta e discute os resultados encontrados.

## 2. A DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DAS FIRMAS EM DOIS NÍVEIS DE ANÁLISE - A FIRMA E O SETOR

A produtividade da empresa medida por meio da produtividade total dos fatores é uma variável microeconômica, todavia, a variação da mesma está relacionada a fatores externos, o que pode incluir o setor e a presença do SSI na sua explicação.

### 2.1 A produtividade na firma

A produtividade total dos fatores é a medida do aumento do produto que não é explicada pelo aumento dos fatores de produção (capital e trabalho) na mensuração do crescimento econômico (geralmente o crescimento nacional, agregado). A PTF é determinada por meio de uma função de produção do tipo Cobb Douglas (Solow, 1956) ou por meio da contabilidade social (Abramovitz, 1956).

A interpretação da PTF é relacionada com a presença de progresso tecnológico, porém, vários fatores podem ser explicar à presença do resíduo no produto, como mudanças organizacionais, ganhos de escala, abertura comercial, entre outros<sup>64</sup>.

---

<sup>63</sup> Os ganhos de produtividade estão atrelados à presença de inovação, mas também a exploração de economias de escala na empresa.

<sup>64</sup> As principais críticas ao uso da PTF residem no problema de agregação dos fatores (principalmente o capital), a presença de retornos constantes de escala e as produtividades marginais do capital e do trabalho iguais aos lucros e salários, respectivamente. Felipe e McCombie (2007) afirmam que o uso da PTF causa problemas de análise do crescimento, na medida em que determina um valor relacionado ao crescimento sem considerar as suas causas. Nas palavras dos autores:

A determinação da PTF pelo resíduo de Abramovitz, conforme Antonelli (2003) e Abramovitz (1956), pode ser realizada pela seguinte relação:

$$PTF = dY - \left( \frac{dY}{dK} \right) dK - \left( \frac{dY}{dL} \right) dL \quad (1)$$

Onde  $dY$  é a variação do produto. As derivadas  $\left( \frac{dY}{dK} \right)$  e  $\left( \frac{dY}{dL} \right)$  indicam as elasticidades do capital e do trabalho no produto que são relacionadas com a participação do lucro e dos salários no produto. Já  $dK$  e  $dL$  são respectivamente o investimento (variação de capital) e a variação do emprego. A vantagem da estimativa da PTF por meio da equação (1) reside na determinação do investimento no lugar do estoque de capital, visto que este último está sujeito a problemas de valor do estoque no tempo com a introdução da depreciação<sup>65</sup>.

A crítica da agregação da PTF é contornada pela determinação da produtividade no nível da empresa e no nível do setor onde a tecnologia é mais homogênea. Problemas de não homogeneidade dos fatores e do produto que dificultariam a interpretação dos resultados da PTF não estarão presentes no modelo.

Neste sentido, quanto mais desagregado o cálculo da PTF, mais consistente o seu resultado, na medida em que os fatores medidos são mais homogêneos e permitem comparações entre si. A análise setorial evita o erro de se medir uma produtividade média na economia, que não reflete a heterogeneidade dos fatores empregados na atividade econômica.

---

"A number of authors during the last decade have advocated models that allow for differences in technology across countries in order to explain differences in income per capita. This is because estimated level of TFP across countries display substantial variations. (...) the procedure used to estimate TFP is tautological. Thus, asking whether a theory of TFP is needed begs the question. (...) the concepts of TFP and aggregate production functions serve more to obfuscate than to illuminate the important problem of 'why growth rates differ' (FELIPE e MCCOMBIE, 2001, p. 224".

De maneira análoga, o uso da PTF como verificação do progresso tecnológico não pode ser direta. Os fatores que explicam o progresso tecnológico na PTF devem ser explicitados e validados no modelo.

<sup>65</sup> Além do problema da depreciação física, a depreciação tecnológica também é evidente neste caso e geralmente é desconsiderada nos modelos empíricos por simplificação. Este problema é definido nos trabalhos de Solow (1959), Solow (1987). Ver também Jovanovic e Rob (1997) para uma revisão dos modelos de 'safras de capital'.

A suposição de retornos constantes de escala implicaria na igualdade das produtividades marginais de capital e trabalho sobre suas participações no produto. Conforme analisado em Felipe e McCombie (2007) podemos analisar a equação de crescimento clássica de um ponto de vista de contabilidade social, onde são estimadas as participações de cada fator na distribuição do produto total sem necessariamente estar ligada à produtividade marginal de cada fator de produção. Para controlar a presença de ganhos de escala, nosso modelo incorpora nas variáveis explicativas da PTF medidas de escala da empresa (como número de funcionários e volume de *turnover*).

A determinação das produtividades marginais do capital e do trabalho não é objetivo desta pesquisa, mas sim a explicação no modelo da produtividade da empresa. A participação dos lucros e dos salários no produto é calculada pela PIA<sup>66</sup>, por meio do total de lucros e salários divididos pela receita bruta – sempre no nível da empresa.

O total de investimentos é determinado pela diferença<sup>67</sup> entre a soma de ativos<sup>68</sup> por aquisições de terceiros, mais a produção própria de ativo imobilizado, mais as melhorias, menos as baixas (depreciação) nos anos de 2005 e 2004. O valor total de salários é obtido pela conta gasto com pessoal<sup>69</sup>.

Desta forma a PTF é calculada como:

$$PTF_{ij} = \Delta R_{ij} - I_{ij} \left( \frac{L_{ij}}{R_{ij}} \right) - \Delta W_{ij} \left( \frac{W_{ij}}{R_{ij}} \right) \quad (2)$$

Onde  $PTF_{ij}$  é a produtividade total dos fatores da empresa  $i$  no setor  $j$  calculada como a diferença entre a variação da receita bruta<sup>70</sup> ( $\Delta R_{ij}$ ), menos o total

<sup>66</sup> Pesquisa Industrial Anual do IBGE.

<sup>67</sup> O investimento é calculado pelo estoque de capital de 2005 menos o estoque de capital de 2004 da empresa.

<sup>68</sup> Os ativos presentes na PIA são: terrenos e edificações, máquinas e equipamentos industriais, meios de transporte, outras aquisições (móveis, microcomputadores, etc).

<sup>69</sup> O gasto com pessoal envolve o pagamento de salários, retiradas e outras remunerações (inclusive 13º salário, férias, gratificações, hora extra, participação nos lucros, etc), contribuições para a Previdência Social (parte do empregador), FGTS, contribuições para a previdência privada (parte do empregador), indenizações trabalhistas e por dispensa incentivada, benefícios concedidos aos empregados (transporte, alimentação, auxílio-educação, plano de saúde, auxílio-doença, seguro de vida em grupo, etc).

<sup>70</sup> A receita bruta é descontada das deduções que envolvem cancelamentos, ICMS e demais impostos e contribuições incidentes sobre as vendas e serviços. O valor total da receita calculado pode também ser denominado de receita líquida de vendas.

de investimentos ( $I_{ij}$ ) - que é a variação do estoque de capital ( $\Delta K_{ij}$ ) - multiplicado pela participação dos lucros no produto  $\left(\frac{L_{ij}}{R_{ij}}\right)$ , menos o total da variação dos salários ( $\Delta W_{ij}$ ) multiplicado pela participação dos salários no produto  $\left(\frac{W_{ij}}{R_{ij}}\right)$ .

Com os dados da PTF das empresas partimos para a especificação do modelo proposto. Em primeiro lugar são introduzidas variáveis de controle que buscam captar os efeitos de ganhos de escala e o progresso tecnológico incorporado nos novos bens de capital. A escala é representada pelo número de funcionários conforme os dados disponíveis na RAIS<sup>71</sup> (denominados de pessoal ocupado em 31 de dezembro - PO). A variável *turnover*<sup>72</sup> é determinada por meio de dados da PIA. A rotatividade do investimento (*turnover*) controla a introdução de novas tecnologias incorporadas nos bens de capital (máquinas e equipamentos), pois se espera que estes afetem a produtividade da firma por meio da melhoria qualitativa do capital utilizado<sup>73</sup>.

Kaldor (1953) e Kaldor (1957) mostram que o investimento gera ganhos de produtividade relacionados com a exploração de novas tecnologias. A nova qualidade do produto (tecnologicamente mais avançado, ou com redução de custos de produção) possibilita a ampliação da demanda. O aumento da demanda permite a exploração de uma escala de produção maior. Os ganhos de escala permitem a realização de novos investimentos com tecnologias novas incorporadas nos bens de capital, o que forma um ciclo de crescimento baseado na exploração da escala de novas tecnologias. Uma das consequências deste ciclo é o aumento das exportações de produtos industrializados. O aumento das exportações conduz ao

<sup>71</sup> Relação Anual de Informações Sociais do Ministério do Trabalho e Emprego.

<sup>72</sup> Novos investimentos em relação ao estoque de capital (descontada a depreciação física do mesmo).

<sup>73</sup> A literatura econômica ainda destaca a presença de capital estrangeiro (multinacionais) como fator de crescimento da produtividade e geração de ganhos locais na indústria por efeito de transbordamento. Kogut e Zander (2003) e Borensztein-Gregorio-Lee (1998) analisam a definição das diferenças entre as origens do capital e relacionam as mesmas com a composição de capital humano, acesso às importações e na idade da tecnologia introduzida (que é a sua distância da fronteira do conhecimento). A conclusão dos autores é da superioridade do capital estrangeiro nos países em desenvolvimento. Empiricamente, não existe disponibilidade de dados, no ano de 2005, para a separação entre capital nacional e internacional, visto que o Censo de Capitais do BACEN que identifica o Investimento Direto Estrangeiro (IDE) é do ano 2000 e forneceria dados defasados e incompletos para esta pesquisa. Caso fosse possível trabalhar com o IDE, o modelo incorporaria o IDE internacional e nacional no exterior.

aumento da escala que permite a introdução de novas tecnologias incorporadas no investimento em bens de capital.

Machinea e Vera (2006) apontam que o comércio externo é um canal promotor do crescimento econômico dos países latinoamericanos. O estudo da CEPAL (CEPAL, 2008) aponta que os países latino-americanos, com destaque para o Brasil, experimentaram crescimento de produtividade em virtude do impacto positivo do comércio exterior nos últimos anos.

De forma mais geral, a literatura econômica denomina de *learning-by-exporting* os ganhos de produtividade associados ao comércio externo. Araújo (2006) analisa este efeito para a indústria brasileira e conclui que a introdução de inovações (principalmente de processo) conduz ao aumento da produtividade e das exportações. Desta forma, as empresas (industriais) que inovam mais estão mais propensas a exportar.

O impacto do comércio externo sobre a produtividade das empresas industriais brasileiras é captado por meio de três variáveis: importação, exportação e participação de insumos internacionais no valor produzido. As importações e exportações da empresa, em dólares, no ano de 2005 são da SECEX (Secretaria de Comércio Exterior). A participação de insumos internacionais mostra, em valores percentuais, o volume de insumos produtivos importados<sup>74</sup>. Esta última variável é da base PIA (2005).

O desenvolvimento e a introdução de novas tecnologias são de difícil mensuração dentro das empresas. A presença de um esforço tecnológico na empresa com a contratação de pesquisadores, gastos em P&D nem sempre se reverte em resultados. Optou-se pela introdução de número de pedidos de patentes como variável de controle de resultado (*output*) da inovação na empresa. O número de pedidos de patentes é verificado no INPI<sup>75</sup> e é composto pelos pedidos realizados pela empresa nos anos de 2003, 2004 e 2005. A defasagem é explicada pela demora para a finalização do processo de proteção do conhecimento, o que geraria poucos números de pedidos de patentes para as empresas apenas no ano de 2005.

<sup>74</sup> O valor importado de insumos foi convertido em reais pelo valor médio do câmbio de 2005 de R\$ 2,41, de acordo com dados do IPEADATA e utilizado em outras estimativas do próprio IPEA.

<sup>75</sup> Instituto Nacional de Propriedade Intelectual que reúne as estatísticas de patentes e pedidos de patentes. O baixo número de patentes no ano de 2005 nos levou a analisar o número de pedidos de patentes. Este último indica a presença de conhecimento que pode se transformar (futuramente) em uma patente.

Além da escala em termos absolutos, muitos setores podem ser oligopolizados, o que gera lucros a serem utilizados no desenvolvimento de inovações, gerando um ciclo virtuoso de ganhos de produtividade e aumento de concentração. Para controlar este efeito utilizamos a variável de tamanho relativo da empresa frente ao mercado, por meio de um indicador de participação da empresa no mercado (*market share*). As medidas de *market share* utilizadas foram: participação do emprego e da receita da empresa em relação ao número total de emprego e do valor total da receita do setor respectivo (denominadas de *share* e *share receita*).

O estudo seminal de Nelson e Phelps (1966) mostrou que a produtividade da economia depende do acúmulo de capital humano, na medida em que as diferenças de capital humano determinam a distância da fronteira tecnológica da economia. Estudos mais recentes, como de Romer (1990) e Lucas (1988), mostram o capital humano como o principal fator de crescimento da economia. Nestes estudos, o capital humano é a presença de mão-de-obra qualificada, em termos de anos de estudo, em comparação com a mão-de-obra menos qualificada, denominada apenas de trabalho<sup>76</sup>. Outra linha de estudos sobre o impacto do capital humano sobre a produtividade das empresas pode ser identificada nos trabalhos dos novos modelos de crescimento endógeno de Grossman e Helpman (1991) e Aghion e Howitt (1997). Nestes estudos, o capital humano é composto por pesquisadores que estão ligados à P&D&I (pesquisa, desenvolvimento e inovação). O rendimento destes trabalhadores é essencial para a composição do capital humano. Apesar do rendimento do trabalho ser facilmente correlacionado com a escolaridade, torna-se uma variável interessante para a determinação da qualidade do trabalho para a explicação da produtividade da empresa.

Além da escolaridade, outras variáveis de identificação da qualidade do trabalho (que contribuem para a formação de capital humano) podem ser destacadas. Cohen e Levinthal (1990) identificam a capacidade de absorção de conhecimento externo da empresa como dependente do capital humano. Portanto, a

---

<sup>76</sup> Nestes modelos o produto ( $Y$ ) é calculado como dependente do progresso tecnológica ( $A$ ), do capital físico ( $K$ ) e do trabalho sem qualificação ( $L$ ) e do capital humano ( $H$ ), ou seja:  $Y = AK^\alpha (HL)^{1-\alpha}$ , o que torna a PTF como:  $\ln A = \alpha \ln K + (1-\alpha)(\ln H + \ln L)$ .

produtividade da empresa depende de fatores de absorção de conhecimento tácito, como a experiência e o tempo de emprego.

As variáveis de controle incluídas relacionadas à influência do capital humano na produtividade da empresa são: a escolaridade (anos de estudo médio dos trabalhadores), experiência (tempo total de emprego do trabalhador em anos) e tempo de emprego (anos de emprego do trabalhador na empresa), estas duas últimas englobam a formação de conhecimento tácito na empresa. Todas estas variáveis são da base RAIS (2005). Para captar a influência do capital humano específico sobre a capacidade de P&D&I da empresa (como visto anteriormente, a análise tecnológica do capital é de difícil mensuração), optou-se por introduzir algumas variáveis da RAIS relacionadas à presença de mão-de-obra inovadora<sup>77</sup> e com ensino superior (como percentual do total da mão-de-obra da empresa).

## 2.2 A produtividade no setor

O modelo (2) com a introdução de variáveis de controle da qualidade do trabalho fica:

$$PTF_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 PO_{ij} + \alpha_2 turnover_{ij} + \alpha_3 Npedidos + \alpha_4 X + \alpha_5 M + \alpha_6 InsInt + \alpha_7 share + \alpha_8 share\ receita + \alpha_9 PO3 + \alpha_{10} Renda + \alpha_{11} Temprego + \alpha_{12} Exp + \alpha_{13} Escolaridade + \alpha_{14} MOino + e_{ij} \quad (3)$$

A estimativa da equação (3) mostra as competências internas da empresa na formação da produtividade. Conforme os argumentos da literatura schumpeteriana, o processo de inovação é sistêmico e impõe limites institucionais e de construção de capital social para que a empresa possa inovar. A investigação deste artigo é no processo sistêmico da inovação que dependente do sistema setorial de inovação (SSI) e influencia a equação (3), mas não a determina.

<sup>77</sup> A mão-de-obra inovadora é composta por profissionais relacionados com atividades de P&D e inovação na empresa, conforme critérios da RAIS que utiliza a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) na sua classificação. A própria empresa é responsável por fornecer as informações de ocupações e muitos profissionais relacionados com atividades de P&D&I são registrados com termos gerais, como assistentes e técnicos e não como assistentes de pesquisa, técnicos de pesquisa, etc. Desta forma, a variável pode estar subestimada, mas sua informação é precisa e incorpora apenas profissionais relacionados com P&D&I e não necessariamente profissões que geralmente estão associadas com atividades de inovação na empresa, como o número de engenheiros, químicos, etc, mas que desenvolvem outras atividades não ligadas ao processo de inovação.

A influência do SSI pode ser controlada pelo uso de um modelo de regressão multinível centrado na média geral. Hox (2002) argumenta que o modelo de regressão multinível identifica a relação entre o individual e o coletivo e captura a relação entre estes diferentes níveis de observação. A forma básica de um modelo de regressão hierárquico é:

$$Y_{ij} = \alpha_{0j} + \alpha_{nj} X_{nij} + \mu_{ij} \quad (4)$$

$$\alpha_{0j} = \beta_0 + \beta_m Z_{mj} + \tau_j \quad (5)$$

O modelo em dois níveis apresentado nas equações (4) e (5) mostra que a produtividade  $Y$  da firma  $i$  pertencente ao setor  $j$  é função do vetor de  $n$  variáveis observadas  $X$ . A equação (5) reflete os efeitos propostos na equação (4) por meio dos parâmetros (elasticidades) calculados. Em um segundo nível, as  $m$  variáveis setoriais ( $Z_{mj}$ ) determinarão as médias setoriais do primeiro nível, ou seja, como as competências da empresa explicam a sua produtividade de acordo com o vetor de variáveis de controle externo (neste caso, da indústria - setor).

A definição de setor nesta pesquisa está baseada na classificação da CNAE 1.0 do IBGE<sup>78</sup>. Estes setores são os agrupamentos  $j$  no modelo multinível de (4) e (5). A definição das variáveis setoriais ( $Z_{mj}$ ) que ajudarão na explicação da PTF das empresas segue a definição do SSI.

Conforme Malerba (2002) o sistema setorial de inovação é definido como:

“A workable definition of a sectoral system of innovation and production its the following. A sectoral system of innovation and production is a set of new and established products for specific uses and the set of agents carrying out market and non-market interactions for the creation, production and sale of those products. A sectoral system has a knowledge base, technologies, inputs and an existing, emergent and potential demand. The agents composing the sectoral system are organizations and individuals (e.g. consumers, entrepreneurs, scientist). Organization may be firms (e.g. users, producers and input suppliers) and non-market organization (e.g. universities, financial institution, government, agencies, trade-unions, or technical association), including sub-units of larger organization (e.g. R&D or productions departments) and groups of organizations (e.g. industry association). Agents are characterized by specific process competences, beliefs, of objectives, organizational structures and behaviors. They interact through process of communication, exchange, co-operation, competition and command, and their interactions are shaped by institutions (rules and regulations) over time a sectoral system undergoes process of change and transformation through the co-evolution of its various elements.” (MALERBA, 2002, p.250).

<sup>78</sup> Classificação Nacional de Atividades Econômicas.



Já Cimoli e Giusta (1998) apresentam a definição de SSI relacionado à presença de instituições em cada setor, como universidades, centros de pesquisa, institutos técnicos, empresas de consultoria especializadas, organizações financeiras e governamentais, além das instituições educacionais como um todo.

A construção do modelo com variáveis que definam o SSI foi completada por meio da análise da PINTEC que investiga a presença da inovação na empresa<sup>79</sup> e a rede de atores institucionais envolvidos com a mesma.

Tendo em vista as definições de SSI e as variáveis da PINTEC, concluiu-se que as instituições, como o governo e as universidades, bem como a formação de capital social entre as instituições e as organizações do setor, são essenciais na definição do segundo nível do modelo. Para tanto, foram utilizadas no modelo as variáveis da PINTEC: fontes de financiamento público, apoio do governo, cooperação e educação para a pesquisa agregadas por setor<sup>80</sup>.

A produtividade das empresas (e o processo de inovação das mesmas) depende de características setoriais e regionais da economia, como a concentração do setor e a aglomeração (da indústria) regionalmente. Acs e Audretsch (1987) mostram que as indústrias com maior intensidade de capital e concentração são mais inovadoras. Audretsch (1998) identifica a aglomeração das empresas como um fator decisivo para a disseminação das inovações, para o autor, o conhecimento tácito é difundido com maior intensidade e velocidade em função da proximidade

<sup>79</sup> O uso da PINTEC no segundo nível abre um novo leque de variáveis, mas por outro lado, restringe o número de observações, pois nem todas as empresas industriais respondem a PINTEC que é amostral. Pesos de adaptação são calculados para o uso desta base mais restrita com as demais, o cálculo destes pesos é realizado pelo próprio IBGE e estão disponíveis na base de microdados utilizada pelo IPEA.

<sup>80</sup> Estas variáveis definidas na PINTEC respectivamente como: Fontes de financiamento público: variável 40 da PINTEC que considera o percentual de financiamento da empresa em projetos de P&D recebidos de entidades públicas (FINEP, BNDES, SEBRAE, BB, etc). Apoio do governo: a variável é construída por meio das variáveis 156 até 162 da PINTEC, onde a empresa pode responder sim (1) e não (0). Portanto a variável assume valor de *dummy* zero ou um se a empresa responde em qualquer um dos sete tipos de apoio do governo que recebeu ou não apoio do governo. Cooperação: a variável cooperação é construída a partir das questões 149 até a 155 da PINTEC (149 - clientes ou consumidores; 150 - fornecedores; 151 - concorrentes; 152 - outra empresa do grupo; 153 - empresas de consultoria; 154 - universidades e institutos de pesquisa; 155 - centros de capacitação profissional e assistência técnica.), apenas para as empresas que responderem que houve cooperação para P&D e treinamento. Se a empresa marcou sim em qualquer campo a variável assume valor um, caso contrário, a mesma é zero. Educação para pesquisa: trata-se de uma variável *dummy* que assume valor um se a empresa responder nos campos 1 e 2 (alta e média) nas questões 115-117 da PINTEC (115 - universidades e institutos de pesquisa; 116 - centros de capacitação profissional e assistência técnica; 117 - instituições de teste, ensaios e certificações) e zero se a empresa responder 3 ou 4 (baixa ou não relevante) nas mesmas questões.

física das empresas. A aglomeração ainda proporciona ganhos de escala na indústria, o que atrai outros atores necessários à inovação, como instituições e empresas.

Percebe-se que o tamanho (relativo à capacidade de concentração) das empresas e a aglomeração das mesmas no setor são importantes fatores de ganhos de produtividade. No modelo, a concentração é medida por meio do HHI. A aglomeração é medida por um índice de participação dos estados em cada indústria<sup>81</sup>.

A internacionalização do setor também afeta a produtividade das empresas. A hipótese de *learning-by-exporting* afeta também as exportações das indústrias e não somente as empresas<sup>82</sup>. A exportação da indústria é considerada com a introdução da variável destino de vendas<sup>83</sup>. A presença de capital estrangeiro no setor também é testada, já que Greenaway e Kneller (2007) mostram que o investimento direto estrangeiro (IDE) afeta positivamente a produtividade e as exportações das empresas industriais<sup>84</sup>.

O setor também é analisado em função da inovação. A diferença de inovação entre os setores pode influenciar a PTF das empresas, visto que não são todas as empresas que se situam perto da fronteira tecnológica do setor e da economia (nacional ou internacionalmente). A heterogeneidade dos agentes econômicos (empresas, capital humano e físico) e instituições também se aplica a indústria. Malerba (2006) define que a dinâmica de inovação é específica para a indústria. Neste sentido, a inovação é definida pela articulação do capital social entre as

---

<sup>81</sup>  $HHI = \left( \sum_{i=1}^n \frac{\text{receita empresa } i}{\text{receita setor}} \right)^2$ . Onde quanto maior o valor do HHI, mais concentrado o setor. A

variável aglomeração é construída a partir da participação da receita líquida de vendas (PIA) do setor ao quadrado por estado (como o HHI). Quanto maior a aglomeração, mais concentrado é o setor (indústria) em poucos estados do Brasil, se a aglomeração por setor (indústria) é menor, a distribuição do setor é mais ampla nos estados brasileiros.

<sup>82</sup> Arnold e Hussinger (2005) comprovam a presença de *learning-by-exporting* na indústria alemã. Todavia, a análise da PTF foi realizada no nível das firmas e as conclusões mostraram que o choque de produtividade (inovação) determinava o aumento das exportações. Greenaway e Kneller (2007) apontaram que as diferenças setoriais explicam as diferenças de produtividade e de exportação das empresas.

<sup>83</sup> A variável é construída pela PIA e mostra o percentual de vendas da empresa destinado ao mercado externo.

<sup>84</sup> A variável origem do capital controlador da empresa na PINTEC (primeira questão) é considerada como uma *dummy* com valor 1 se a empresa for nacional e 0 se a empresa for controlada por capital estrangeiro ou misto (nacional e estrangeiro). A presença de IDE, como dito anteriormente (ver nota 13) fica comprometida pela disponibilidade de dados.

empresas e as instituições, de acordo com a trajetória tecnológica intra-indústria. Para captar as diferenças de inovação, foram assumidas três variáveis *dummies* para incorporar a inovação em produto, processo e organizacional por setor<sup>85</sup>. As diferenças inter-industriais e os efeitos de transbordamento de conhecimento próprios desta análise não são considerados nesta pesquisa.

A equação (5) pode ser apresentada como:

$$\alpha_{0j} = \beta_0 + \sum_{s=1}^{11} \beta_s Z_{sj} + \tau_j \quad (6)$$

Onde o vetor **Z** contém as seguintes variáveis para os *j* setores da indústria: aglomeração, HHI, apoio do governo, cooperação, fontes de financiamento público, inovação em produto, inovação em processo, inovação organizacional, destino de vendas, educação para P&D&I, capital estrangeiro.

A estimativa ainda utilizou a variável formação básica para inovação, constituída pelo número de profissionais (valor absoluto) dedicados (em tempo integral ou parcial) a atividades de inovação na PINTEC 2005, presentes nos campos 67 até 78<sup>86</sup>. Todavia, esta variável não foi significativa, sendo eliminada do modelo.

Os resultados apurados são apresentados na próxima seção.

---

<sup>85</sup> As variáveis de inovação são da PINTEC. Onde a inovação em produto pode ser nova para a empresa, mas não para o mercado (10) ou nova para o mercado nacional (11); a inovação em processo pode ser nova para a empresa, mas já existente no Brasil (16), ou nova para o setor no Brasil (17); a inovação organizacional compreende as questões: 188 – aperfeiçoamento de significativas mudanças na estratégia corporativa, 189 – implementação de técnicas avançadas de gestão (da produção, da informação e ambiental), 190 – implementação de significativas mudanças na estrutura organizacional, 191 – mudanças significativas nos controles/estratégias de marketing, 192 – mudanças significativas na estética, desenho ou outras mudanças subjetivas em pelo menos um dos produtos, 193 – implementação de novos métodos de controle e gerenciamento, visando a atender normas de certificação (ISO9000, ISO14000, QS, TS, OHSAS18001, SA800, etc), 195 – novos dispositivos e ferramentas de gestão da produção, 196 – novos dispositivos e ferramentas de gestão da informação, 197 – gestão ambiental.

<sup>86</sup> Estas variáveis são: químicos, físicos e assemelhados (67 – dedicação integral e 73 – dedicação parcial), engenheiros, arquitetos e assemelhados (68 – dedicação integral e 74 – dedicação parcial), médicos, cirurgiões dentistas, veterinários, enfermeiros e assemelhados (69 – dedicação integral e 75 – dedicação parcial), biólogos, bacteriologistas, farmacologistas e assemelhados (70 – dedicação integral e 76 – dedicação parcial), estatísticos, matemáticos, analistas de sistemas e assemelhados (71 – dedicação integral e 77 – dedicação parcial), outros (72 – dedicação integral e 78 – dedicação parcial).

### 3. RESULTADOS

A primeira estimativa em dois níveis é uma decomposição da variância entre os mesmos, a partir deste resultado verifica-se a necessidade de uso da estimativa multinível. Esta decomposição da variância é também uma forte evidência sobre a existência de sistemas setoriais de inovação, ou seja, ela mostra se os setores apresentam especificidades que conduzam a variância esperada entre duas empresas do mesmo setor a ser menor do que a variância entre duas empresas quaisquer (de setores aleatórios). Para esta primeira estimativa utilizamos o modelo:

$$PTF_{ij} = \alpha_0 + e_{ij} \quad (7)$$

$$\alpha_{0j} = \beta_0 + r_j \quad (8)$$

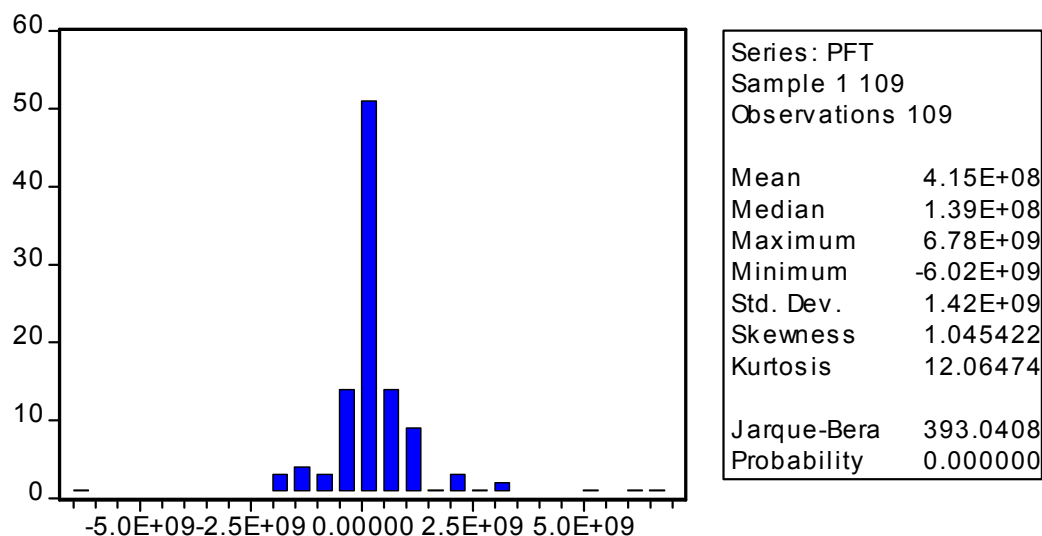
As variáveis consideradas no modelo estão centralizadas, o que permite que os coeficientes lineares no nível superior expressem a média geral da variável. A equação (7) mostra a produtividade da empresa  $i$  no setor  $j$  determinada apenas pelo coeficiente linear (a produtividade média do setor) e um termo aleatório. O segundo nível na equação (8) mostra que o coeficiente linear de (7) - que é a produtividade média do setor - é explicado por um termo independente que representa a produtividade média da economia (entre os setores) e um termo aleatório.

A variância total da produtividade da indústria brasileira, no ano de 2005, pode ser representada pela variância da produtividade nos setores (7) e entre os setores (8). A estimativa significativa<sup>87</sup> estatisticamente destas duas as equações mostra que as diferenças setoriais são importantes para explicar a produtividade das empresas, portanto, as características do SSI explicam a sensibilidade das competências da empresa na determinação da sua produtividade. As diferenças setoriais da PTF podem ser visualizadas no gráfico 1.

---

<sup>87</sup> Valores e estimativas não mostradas. A variância entre os setores ( $VAR(r_j)$ ) explicou 44% da variância total da produtividade na indústria brasileira, ou seja, pode-se afirmar que metade da produtividade da indústria brasileira, na média, é explicada por diferenças entre os setores.

GRÁFICO 1: HISTOGRAMA E ESTATÍSTICA DESCRITIVA DA PTF ENTRE OS SETORES INDUSTRIAIS BRASILEIROS NO ANO DE 2005



FONTE: Elaboração do autor com dados do modelo estimado com os microdados do IBGE.

A distribuição da PTF entre os setores na indústria brasileira no ano de 2005, conforme o gráfico 1, mostra dois comportamentos distintos. Primeiro há uma grande divergência entre alguns setores e segundo, há um considerável número de setores com valores de PTF próximos. Percebe-se uma dualidade. Por um lado há uma grande variância entre alguns setores e por outro lado, há uma grande concentração nos demais setores em valores em torno da média nacional da produtividade da indústria brasileira.

Os resultados estimados de (3) e (6) podem ser verificados na tabela A (em anexo) que agrupa os resultados das variáveis de controle setorial nos efeitos aleatórios por setor. Os resultados fixos do modelo não são apresentados, pois explicam a PTF da empresa em função das competências internas. O impacto do SSI sobre a produtividade da empresa é identificado nos efeitos aleatórios do modelo. O Apêndice 2 mostra o modelo econométrico completo com as interações dos efeitos fixos e aleatórios da regressão.

Os resultados da tabela A mostram evidências que as características do setor explicam a PTF das empresas industriais brasileiras no ano de 2005. Todavia, a relação entre o setor e a produtividade das empresas não é uniforme, como já apontado na distribuição da PTF entre os setores industriais no gráfico 4.1. Os setores que apresentaram significância estatística na tabela 4.A mostram ganhos de

produtividade acima (sinal positivo) e abaixo (sinal negativo) da média da indústria brasileira.

Os setores não significativos estatisticamente apresentam igualmente relação entre o setor (e suas variáveis) e a PTF das empresas, porém, esta relação é igual à média da indústria brasileira. Neste caso, as empresas destes setores não apresentam efeitos das instituições e do capital social que diferenciem a produtividade das suas empresas em relação à média da indústria brasileira (as demais empresas industriais brasileiras) e não serão analisados neste artigo.

Os resultados não permitem uma interpretação dos setores industriais brasileiros com uma taxonomia geral de setores por intensidade tecnológica, como Pavitt (1984) e Dosi *et alii* (1990), na medida em que os setores com ganhos de produtividade acima da média nacional não são os setores intensivos em tecnologia, por outro lado, os setores com ganhos de produtividade abaixo da média nacional não são os setores com baixa intensidade tecnológica (geralmente especializados em produtos padronizados).

As interpretações dos resultados dos setores com ganhos e perdas de PTF em função das características setoriais são apresentadas por indústria (no sentido de agrupamento de setores para o grupo, conforme a classificação da CNAE 1.0). As indústrias analisadas são: extrativa mineral, alimentos e bebidas, fabricação de produtos de consumo simples, papel e celulose, energia, farmo-química, produtos minerais não-metálicos e os complexos metal-mecânico e indústrias de alta tecnologia (elétrica, processamento de dados, equipamentos médico-hospitalares)<sup>88</sup>.

Em relação aos efeitos fixos do modelo, os resultados são apresentados na tabela B em anexo. De forma geral, as competências de exportação e *turnover* de capital não foram significativas. As demais variáveis apresentaram-se significativas<sup>89</sup> e mesmo as duas variáveis não significativas foram mantidas na estimativa, pois apresentaram interrelações com as variáveis setoriais significativas<sup>90</sup>. Confirmando-se a relação significativa entre as competências da empresa e sua produtividade,

<sup>88</sup> As indústrias de móveis e indústrias diversas e reciclagem, todas não significativas, ainda formam os setores analisados.

<sup>89</sup> O impacto positivo ou negativo destas variáveis não será tratado neste artigo. Mas percebe-se que a maioria das variáveis apresentou sinal esperado, com exceção da participação de mão-de-obra com 3º grau, cujo sinal apresentou-se negativo.

<sup>90</sup> Resultado não apresentado.

entende-se que parte desta PTF pode ser explicada pelas características setoriais consideradas na equação (5) que serão apresentadas na próxima seção.

### 3.1 Impacto setorial na PTF das empresas na indústria brasileira

#### *Indústria extrativa*

A indústria extrativa possui sete setores, onde quatro dos mesmos não são significativos (PTF reage igual à média da indústria). Entre os setores não significativos, a extração de petróleo e gás natural e a extração de minerais não metálicos não são significativas em razão do baixo número de empresas. O número de empresas, para os setores com observações suficientes, não explica a relação do setor com a PTF das empresas, por exemplo, a atividade de extração de pedra, areia e argila apresentou 2.467 empresas em 2005 e foi significativa apenas em relação a disponibilidade de educação para P&D&I (abaixo da média setorial da indústria).

Os setores da indústria extrativa cujas empresas estão acima da PTF média da indústria brasileira são: a extração de carvão mineral, a atividade de serviços relacionados com a extração de petróleo e gás natural e a extração de minério de ferro. Os três setores apresentaram ganhos de produtividade associados à presença de variáveis setoriais (como a aglomeração e a concentração). Instituições como o apoio do governo e o financiamento público, bem como a presença de cooperação determinam ganhos adicionais de produtividade na extração de carvão. O capital social é fundamental nos três setores que são sensíveis a presença de educação para P&D&I (como universidades e centros de tecnologia, teste e ensaio). O setor de extração de minério de ferro ainda é sensível à presença de inovação no setor (em produto, processo e organizacional), além do destino de vendas (exportação), o que significa que as empresas ganham produtividade em função do perfil inovador e exportador do setor acima da média nacional. O setor de serviços relacionados à extração de petróleo e gás natural depende das universidades (educação para P&D&I) e do capital estrangeiro, além da aglomeração na explicação dos ganhos de produtividade das empresas desta atividade acima dos demais setores.

De maneira geral, o SSI da indústria de extração mineral é mais sensível as variáveis de concentração (aglomeração e HHI) e a educação para P&D&I na geração de ganhos adicionais de produtividade.

### *Alimentos e bebidas*

A indústria de alimentos e bebidas apresentou sete setores significativos com a PTF das empresas diferentes da média da indústria brasileira, outros três setores apresentaram a produtividade das empresas igual à média nacional, estes são: a moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais, a torrefação e moagem de café e a fabricação de produtos alimentícios diversos.

Os demais setores apresentaram PTF diferente da média geral, o que significa que as características do setor explicam as diferenças de produtividade das empresas. O setor de carnes, laticínios, a fabricação de açúcar (este último em relação ao destino externo de vendas e aos três tipos de inovação) e a fabricação de produtos de fumo apresentaram ganhos de produtividade acima da média. A produção de frutas, legumes e outros vegetais (processamento, conservas e produção), a produção de óleos e gorduras vegetais e animais, a fabricação de bebidas e produção de açúcar (em relação à concentração de mercado, aglomeração, apoio do governo e educação para P&D&I) apresentaram ganhos de produtividade abaixo da média dos setores da indústria brasileira.

Percebe-se que os setores de carnes, laticínios e produtos de fumo apresentam ganhos de produtividade acima da média associados às instituições e ao capital social, enquanto os demais setores apresentam ganhos de produtividade abaixo da média em função destas mesmas variáveis. A identificação de um SSI na agroindústria não é uma tarefa fácil, pois setores próximos reagem de forma diferente ao ambiente inovador. De forma geral, percebe-se que os setores da indústria de alimentos e bebidas são mais sensíveis à presença de inovação em produto e a aglomeração produtiva. Mas o questionamento relevante que surge com esta análise é sobre o papel das instituições e do capital social nos setores com PTF abaixo da média e se políticas públicas de inovação e produtividade podem ajudar ao aumento de produtividade, pelo menos em relação à convergência para a média da PTF da indústria brasileira.



A dualidade encontrada entre setores da indústria de alimentos e bebidas mostra a convivência de setores mais produtivos com setores menos produtivos, o que indica que a trajetória de crescimento e de progresso tecnológico é própria da indústria e molda os ganhos de produtividade das empresas, conforme aponta a literatura schumpeteriana, todavia, o conceito de indústria empregado carece de homogeneidade, na medida em que o que estamos denominando de indústria de alimentos e bebidas seja um complexo industrial com indústrias que seguem trajetórias próprias. Esta conclusão é particularmente importante para a definição de política industrial no Brasil, pois indústrias com características semelhantes não apresentam os mesmos incentivos econômicos em relação à capacidade de inovação, ao papel das instituições e do capital social na determinação de ganhos de produtividade.

Por outro lado, a visão de competitividade de setor de agronegócios brasileiro carece de maior aprofundamento, na medida em que este é composto por setores com ganhos de produtividade abaixo da média da indústria brasileira. O conceito de agronegócio competitivo na verdade trata-se de uma generalização de setores competitivos, como o setor de carnes e laticínios que puxam alguns setores a jusante da indústria de alimentos e bebidas e atividades primárias, mas não representam à totalidade desta indústria. Outro ponto importante aqui destacado é o caráter sistêmico da inovação e produtividade adotado junto à literatura schumpeteriana. A competitividade do agronegócio brasileiro, no senso comum, representa a capacidade de exportação e não, como aqui assumido, a dinâmica setorial e a evolução das instituições e do capital social que se mostraram fracas para muitos setores da indústria de alimentos e bebidas.

### *Manufaturas*

As indústrias de produtos de consumo simples, como a indústria textil e de calçados e o complexo da madeira apresentaram poucos setores com a PTF das empresas diferente da média geral. Estas indústrias apresentam quatorze setores, onde apenas quatro setores apresentaram variáveis setoriais explicando as diferenças de produtividade das empresas. A única variável de destaque é a aglomeração que explica os ganhos adicionais da PTF na indústria de calçados e têxtil (artefatos textéis e confecções de artigos de vestuário). A educação para

P&D&I explica os ganhos de produtividade para a fabricação de calçados e produtos de madeira, abaixo e acima da média setorial da indústria brasileira respectivamente.

A fabricação de artefatos têxteis e a confecção de artigos de vestuário mostraram que a concentração de mercado (HHI) e a inovação organizacional determinam ganhos de produtividade no setor.

### *Papel e celulose*

A indústria de papel e celulose e de impressão apresenta sete setores, onde três apresentam diferenças na PTF em função das características setoriais.

Entre os três setores significativos, destaca-se a fabricação de pastas de celulose. A fabricação de artefatos diversos de papel e papelão apresenta duas variáveis setoriais, o apoio do governo e a inovação em produto, com diferenças na PTF das empresas destes setores. A fabricação de papel e papelão e de embalagens (de papel e papelão) não apresentou diferenças de produtividade associadas ao setor.

As empresas que fabricam celulose também fabricam papel e papelão e embalagens, pois são verticalizadas desde a produção de insumos florestais, todavia, nestes últimos setores os ganhos de produtividade são iguais à média geral da indústria brasileira. Os ganhos de produtividade estão presentes na verticalização da cadeia produtiva e não permanecem apenas em um setor, o que significa que apenas as empresas que crescem a jusante na fabricação de pasta de celulose experimentam ganhos adicionais de produtividade em relação à média da indústria nacional. O grupo de empresas que fabricam celulose apresenta ganhos de PTF acima da média da indústria brasileira para a aglomeração<sup>91</sup> e a inovação em produto e ganhos de PTF abaixo da média da indústria brasileira para o apoio do governo, a inovação organizacional e o destino de vendas, o que significa que as empresas deste setor possuem, em função das características do produto, menor impacto da inovação, do financiamento público (são mais auto-suficientes) e das

---

<sup>91</sup> A aglomeração da indústria de celulose é resultado da classificação por estado. Estudos de determinação de aglomerações locais, como Suzigan *et alii* (2003), definem a aglomeração por cidade e microrregiões, o que resulta na difícil caracterização desta indústria como aglomerada em sistemas produtivos locais.

exportações na produtividade das empresas em relação aos demais setores industriais.

Os dois outros setores relevantes são a edição e impressão e a produção de materiais gravados. Apenas o primeiro setor possui correspondência com a indústria de papel, apesar dos dois setores pertencerem à indústria de edição, impressão e materiais gravados. Em ambos os setores, as empresas apresentam ganhos de PTF acima da média dos setores industriais brasileiros em função das variáveis setoriais analisadas (onde a concentração e a inovação são relevantes para os dois setores na determinação de ganhos de produtividade das empresas, já o apoio do governo e o destino externo de vendas explicam ganhos de produtividade nas empresas de edição e impressão, já a cooperação, a educação para inovar e a presença de capital estrangeiro explicam os ganhos adicionais de produtividade nas empresas do setor de materiais gravados).

Novamente aqui, a definição de inovação e produtividade sistêmicas mostra que o complexo de agronegócio brasileiro abriga setores dinâmicos, como a fabricação de pasta de celulose, juntamente com setores mais fracos do ponto de vista do impacto de inovação sistêmica sobre o desempenho individual das empresas, como as demais empresas do setor que fabricam apenas papel e papelão (e não celulose) ou o setor de produtos (manufaturas) de madeira.

### *Energia*

A indústria de energia possui quatro setores, onde dois dos mesmos (a fabricação de coquerias e de energia nuclear) permaneceram fora do modelo em função do baixo número de empresas (2 e 1 respectivamente)<sup>92</sup>. Os setores de fabricação de produtos derivados do petróleo (com quatro variáveis setoriais) e a fabricação de etanol (com duas variáveis setoriais) apresentaram diferenças na PTF das empresas.

Em relação à fabricação de produtos derivados do petróleo, as empresas apresentam ganhos de produtividade em relação à aglomeração e a educação para P&D&I (abaixo da média brasileira da indústria) e a cooperação e a presença de

---

<sup>92</sup> Em função da exigência de sigilo dos dados que, neste caso, poderiam conduzir a identificação das empresas.

capital estrangeiro (acima da média da indústria brasileira), o que significa que a presença de capital estrangeiro e a cooperação das empresas nestes setores geram aumentos de produtividade acima dos demais setores. O ganho de produtividade mensurado pela variável cooperação, mostra que as empresas do setor de energia desenvolvem parcerias para inovar com fornecedores, distribuidores e demais atores do setor. Neste sentido, verifica-se que o setor de energia possui uma base sólida para o avanço tecnológico por meio da formação de capital social.

Em relação à aglomeração, a concentração regional mais ampliada do setor gera ganhos menores na PTF das empresas em relação à aglomeração dos demais setores industriais brasileiros. Já a educação para inovar, composta pela formação de capital social com universidade e centros de pesquisa também apresentou ganhos de produtividade abaixo da média nacional nestes setores, o que mostra que a indústria de energia apresenta alta dispersão territorial e a necessidade de aumento do capital social com o setor de geração de conhecimento<sup>93</sup>.

### *Farmo-química*

A indústria farmo-química apresenta onze setores, onde apenas a fabricação de produtos químicos inorgânicos, farmacêuticos e defensivos agrícolas apresentaram ganhos da PTF das empresas diferentes da média nacional.

A fabricação de produtos inorgânicos e a fabricação de defensivos agrícolas apresentam ganhos de PTF abaixo da média da indústria brasileira em relação as variáveis setoriais. Já a fabricação de produtos farmacêuticos apresenta ganhos acima da média da indústria brasileira, com exceção da aglomeração que apresentou influência na PTF do setor de fármacos abaixo da média da indústria brasileira<sup>94</sup>, ou seja, a aglomeração nesta indústria gera menos impactos na produtividade das empresas, pois o capital social pode estar ausente na

---

<sup>93</sup> Esta última afirmação pode soar como errônea, pois o setor energético é de longa data um dos mais propensos à inovação no Brasil, contribuindo com o desenvolvimento tecnológico e reconhecido pela estreita parceria com as universidades, o menor impacto na PTF neste caso, na visão do autor, é reflexo do longo período de maturação dos projetos de energia, desta forma, o impacto na produtividade da aproximação com a universidade não é sentida com dados em *cross-section*, uma revisão com períodos mais longos, o que foge aos objetivos e dados disponíveis nesta pesquisa seriam necessários.

<sup>94</sup> A fabricação de fármacos apresenta relação com a aglomeração, mas a influência desta variável é menor em comparação com os setores que apresentam ganhos de produtividade relacionados à mesma.

aglomeração (apenas espacial) ou a aglomeração está situada em regiões diferentes do território nacional e com pouca sinergia entre as regiões.

Os três setores relevantes da indústria farmo-química apresentam sinergias com a agroindústria. Além da fabricação de defensivos agrícolas, a fabricação de produtos químicos inorgânicos<sup>95</sup> apresenta diversos produtos relacionados com a agricultura, a fabricação de fármacos inclui a fabricação de produtos veterinários, o que reforça a idéia difundida de que a indústria de fármacos para uso veterinário é mais dinâmica e seus ganhos de produtividade podem estar associados ao escopo do setor de agronegócio<sup>96</sup>.

Os ganhos de PTF da indústria farmacêutica situados acima da média da indústria brasileira mostram que a estratégia de importação de insumos e tecnologias é correta do ponto de vista do resultado econômico para as empresas, ao contrário do desenvolvimento de todas as etapas do projeto de medicamentos no país, o que resultaria em retornos macroeconômicos maiores, mas certamente, não microeconômicos. As características setoriais que impactam positivamente os ganhos de PTF das empresas do setor farmacêutico brasileiro indicam características microeconômicas de empresas de porte maior, como indica o impacto positivo do HHI, da cooperação e a presença de capital estrangeiro neste setor<sup>97</sup>. Outra característica particular deste setor é a relevância da inovação em produto e organizacional e a não relevância da inovação em processo, este resultado mostra a estratégia de importação das empresas deste setor em detrimento do desenvolvimento das etapas de desenvolvimento dos produtos, caso contrário, a inovação de processo seria relevante. O destaque das empresas deste setor está no produto (insumos, equipamentos e técnicas importados) e o desenvolvimento de ferramentas e estratégias de cunho mercadológico e de capital humano para aprender os conhecimentos importados, presentes na organização do negócio.

---

<sup>95</sup> Fabricação de cloro e álcalis, fabricação de intermediários para fertilizantes, fabricação de fertilizantes fosfatados, nitrogenados e potássicos, fabricação de gases industriais e fabricação de outros produtos inorgânicos.

<sup>96</sup> Os ganhos adicionais de produtividade do setor farmacêutico podem estar relacionados a fatores mercadológicos, como a marca e o acesso a canais especializados de distribuição.

<sup>97</sup> Setores concentrados são dominados por grandes empresas que, geralmente, são multinacionais. A cooperação é uma estratégia adotada mais por grandes companhias, conforme relatam Acs e Audretsch (1987).

### *Produtos de minerais não metálicos*

A indústria de produtos de minerais não-metálicos possui cinco setores, destes, apenas a fabricação de cimento apresentou diferenças na PTF das empresas. O sinal negativo mostra que o impacto setorial sobre a produtividade das empresas ficou abaixo da média da indústria brasileira. Entre os setores não significativos, a fabricação de produtos cerâmicos apresentou ganhos de produtividade em relação à aglomeração, as demais variáveis setoriais não apresentaram diferenças na PTF das empresas em relação à média nacional da indústria.

Os ganhos de PTF na fabricação de cimento abaixo da média nacional indicam que esta atividade apresenta menor relevância da inovação em relação aos demais setores industriais. A aglomeração e a concentração de mercado, considerados fatores de competitividade deste setor, também apresentam ganhos limitados na PTF das empresas em relação à indústria brasileira.

### *Metal-mecânico*

O complexo metal-mecânico é formado pela indústria da metalurgia e fabricação de produtos metálicos (com onze setores), pela indústria de máquinas e equipamentos (nove setores), pela indústria de transporte (automotiva e outros equipamentos com nove setores).

Em relação à indústria da metalurgia e fabricação de produtos metálicos, quatro dos onze setores apresentam diferenças da PTF das empresas em relação à PTF média da indústria brasileira, estes setores são: a fabricação de ferro gusa e ferroligas, a siderurgia, a fabricação de tubos e a metalurgia dos metais não ferrosos. A maioria destes setores apresentou ganhos na PTF abaixo da média nacional. A exceção ficou com a fabricação de tubos que apresentou ganhos adicionais na PTF das suas empresas.

A fabricação de tubos apresentou ganhos de produtividade acima da média da indústria brasileira. Já a siderurgia, a produção de ferro gusa e ferroligas e a metalurgia dos metais não ferrosos apresentaram ganhos de produtividade abaixo da média. Algumas exceções, como a aglomeração na siderurgia e a inovação em

produto para a siderurgia e a produção de ferro e ferroligas apresentaram ganhos na PTF superiores à média.

Em relação aos setores de máquinas e equipamentos, destacam-se os setores de fabricação de tratores e equipamentos agrícolas e a fabricação de eletrodomésticos. Estes dois setores apresentaram ganhos de produtividade abaixo da média. A exceção foi a aglomeração que conduziu a ganhos adicionais de produtividade para a fabricação de eletrodomésticos.

A indústria de material de transporte apresenta quatro dos seus nove setores com diferenças na PTF<sup>98</sup>. A fabricação de automóveis e a fabricação de ônibus e caminhões apresentam ganhos de produtividade acima da média da indústria brasileira<sup>99</sup>. A fabricação de equipamentos ferroviários apresenta ganhos de produtividade acima da média para a aglomeração, a inovação em produto e processo, o destino externo de vendas e a presença de capital estrangeiro no setor. Já a fabricação de aeronaves apresenta ganhos de produtividade abaixo da média nacional para a aglomeração, apoio do governo e cooperação, inovações (produto, processo e organizacional), educação para P&D&I e presença de capital estrangeiro.

De forma geral o complexo metal-mecânico apresenta vários setores com determinação da produtividade das empresas no setor e suas instituições. Todavia, o apontamento de um SSI metal-mecânico no Brasil é muito amplo. O setor de fabricação de máquinas e equipamentos agrícolas está ligado ao agronegócio. A indústria de transporte apresenta setores como o automotivo e a fabricação de veículos ferroviários e de aeronaves que não apresentam escopo direto<sup>100</sup>. Os ganhos de produtividade do setor aeroespacial<sup>101</sup> ficaram abaixo da média nacional, enquanto os ganhos dos setores de transporte permaneceram acima da média, o

<sup>98</sup> A fabricação de peças e a fabricação de outros equipamentos de transporte apresentaram relevância apenas para a presença de capital estrangeiro no setor, com ganhos superiores à média na PTF das empresas destes dois setores.

<sup>99</sup> Algumas exceções são a não significância da educação para P&D&I na fabricação de ônibus e caminhões e os ganhos de produtividade abaixo da média nacional para a aglomeração e a inovação em produto na fabricação de ônibus e caminhões e para a cooperação e a presença de capital estrangeiro na fabricação de automóveis.

<sup>100</sup> Escopos indiretos, como o aumento dos cursos de engenharia, podem ser positivos para esta indústria.

<sup>101</sup> O mesmo comentário apresentado em relação ao setor de energia é válido para o setor aeroespacial. Tido como um dos setores mais dinâmicos tecnologicamente no país, os ganhos de PTF do setor ficaram abaixo da média da indústria brasileira. O resultado, assim como o setor de energia, pode indicar um desajuste no ano da análise, ou como dito anteriormente, o fato do setor ser dinâmico em relação às exportações não eleva sua produtividade acima de outras indústrias mais simples tecnologicamente.

que mostra que estes setores não possuem sinergia, o mesmo pode ser dito em relação aos demais setores de fabricação de ferroligas e produtos de metal, com ganhos de produtividade abaixo da média da indústria nacional, o que mostra que a indústria metal-mecânica possui o setor de transporte com ganhos de produtividade acima da média da indústria nacional convivendo com os demais setores à jusante que apresentam ganhos de produtividade abaixo da média da indústria brasileira.

### *Setores de alta tecnologia*

Vários setores de alta tecnologia são agrupados nas indústrias de fabricação de máquinas e equipamentos para informática (dois setores), fabricação de materiais elétricos (oito setores), fabricação de eletrônicos (quatro setores) e a fabricação de equipamentos médico-hospitalares (seis setores). Entre estes vinte setores, cinco apresentam diferenças significativas na PTF das empresas em relação à média brasileira<sup>102</sup>. Estes setores são: a fabricação de máquinas e equipamentos de sistemas eletrônicos para processamentos de dados, a fabricação de equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica, a fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados, a fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio e a manutenção e reparação deste último setor.

A análise das características setoriais relacionadas aos ganhos de produtividade não apresenta um padrão, apenas a aglomeração aparece em três dos cinco setores e a inovação em produto em quatro dos cinco setores. Quanto ao sinal, quatro setores apresentam ganhos abaixo da média nacional da indústria

---

<sup>102</sup> A fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos foi significativa na aglomeração e presença de capital estrangeiro, a fabricação de material elétrico para veículos é significativa para a educação de P&D&I, a fabricação de material eletrônico básico é significativo para a inovação em produto e a educação para P&D&I, a fabricação de aparelhos receptores de rádio e televisão e de reprodução, gravação ou ampliação de som ou vídeo foi significativa na inovação organizacional e na presença de capital estrangeiro no setor, a manutenção e reparação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio foi significativo para a educação para P&D&I, a fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial e ao controle de processo produtivo foi significativa à inovação em produto e a fabricação de cronômetros e relógios à aglomeração do setor.



(sinal negativo), apenas a fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados apresenta ganhos positivos de produtividade das suas empresas<sup>103</sup>.

Fechando a análise da indústria de transformação, nenhum dos demais setores se mostrou significativo, com diferenças de produtividade em relação à média da indústria brasileira. A indústria de reciclagem (de materiais metálicos e não metálicos) apresentou os ganhos de PTF iguais à média, a indústria de fabricação de móveis apresentou ganhos adicionais na PTF em relação à aglomeração, a fabricação de móveis apresentou ganhos na PTF superiores à média nacional em relação à aglomeração e inferiores à média em relação à educação para P&D&I.

#### 4. CONCLUSÃO

Este estudo analisou a influência setorial sobre a determinação da produtividade total dos fatores por meio das competências e capacidades das empresas. Instituições, como o governo e as universidades, o capital social (cooperação entre empresas e instituições) e as características setoriais da indústria (aglomeração, concentração, exportação, inovação e presença de capital estrangeiro) explicam as diferenças de produtividade das empresas entre os setores. O estudo baseado em apenas um ano não permite conclusões gerais sobre as características dos SSI da indústria brasileira, mas aponta o papel sistêmico da inovação e dos ganhos de produtividade na estrutura industrial brasileira, visto que os ganhos de produtividade explicam o processo de crescimento contínuo e virtuoso de alguns setores em determinados países, conforme a experiência de crescimento baseada na tecnologia e na inovação dos países do Leste Asiático.

As diferenças de produtividade entre empresas mostram que o processo de inovação e determinação da produtividade é sistêmico. Alguns setores mostraram-se mais eficazes a esta relação, apresentando ganhos de produtividade acima da média da indústria brasileira no ano de 2005, por outro lado, alguns setores mostraram ganhos de produtividade abaixo da média e outros com a PTF das empresas sem variação além da PTF média da indústria. Desta forma, o processo

---

<sup>103</sup> A fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiotelefonia e de transmissores de televisão e rádio apresenta ganhos na PTF acima da média para a aglomeração e a manutenção deste setor apresenta ganhos acima da média para a presença de capital estrangeiro no setor.

de inovação e de produtividade deve ser estimulado através de políticas industriais que permeiem as características sistêmicas de inovação e envolvam as instituições, o capital social e as particularidades de cada indústria, como sua concentração e distribuição espacial.

Vários setores apresentaram diferenças de produtividade (acima e abaixo da média nacional). Como muitos deles são interdependentes, pode-se agrupá-los em grandes SSI, na medida em que os efeitos de transbordamento da inovação e da produtividade podem ser intra-setoriais. Percebe-se na figura 4.1 a conexão entre os setores com diferenças de produtividade. A presença destes sistemas na indústria brasileira mostra que a classificação de países desenvolvidos, como Pavitt (1984), não se encaixa bem no perfil da industrial brasileira.

O SSI da indústria de alta tecnologia merece futuros estudos mais aprofundados. Primeiro porque dois dos cinco setores relevantes são ligados à produção de materiais para a energia elétrica, o que poderia justificar uma análise de um SSI de energia mais amplo, incluindo o setor de energia elétrica que ficou fora da análise por não ser enquadrado como indústria. Por outro lado, os demais setores são ligados à comunicação e processamento de dados e não ao setor de saúde, o que justifica uma análise como um SSI do setor de eletro-eletrônicos, o que incluiria o setor de eletrodomésticos (pertencente ao setor metal-mecânico no Brasil).

A identificação de setores que apresentaram ganhos de produtividade diferentes da média da indústria brasileira chama a atenção para dois fatores. O primeiro é a constatação de que a indústria brasileira possui uma estrutura diferente em relação à indústria dos países desenvolvidos. Setores industriais com pouca importância tecnológica na estrutura industrial dos países desenvolvidos são importantes no Brasil, como a indústria extrativa, petróleo, agronegócio, além de apresentarem ganhos de produtividade significativos em relação aos demais setores, o que reforça a ideia de competitividade brasileira nestes setores. Já setores altamente dinâmicos nos países desenvolvidos, como os setores da saúde, comunicação, fármacos (de uso humano), química (orgânica) apresentam pouca importância na explicação de diferenças de produtividade das suas empresas em função das características setoriais, o que mostra que a escala e o desenvolvimento tecnológico estão aquém do necessário, conduzindo as empresas a apresentarem

ganhos de produtividade igual ou abaixo da média brasileira, o que conduz estas empresas a dependerem de importações, assumindo assim, mais um papel de *maquiladoras* ou de dependentes de características macroeconômicas para crescer. Em outras palavras, o ganho de produtividade está relacionado com a presença de competências para inovar nas empresas, mas sujeitas às competências externas, como as características da indústria, das instituições e do capital social.

Esta conclusão reflete a importância da produtividade na capacidade de inovação das empresas, desta forma, percebe-se que o ganho de escala é essencial para permitir a adoção de inovações. Como o desenvolvimento de inovações explica o aumento da produtividade nas empresas, mas por outro lado, os dados mostram que as empresas de porte maior é que inovam mais, percebe-se que muitas empresas e indústrias apresentam escala reduzida para adotarem a estratégia de inovação e esta restrição deve ser levada em consideração na formação de políticas públicas de inovação no Brasil.

O segundo fator relevante é a necessidade de um entendimento mais profundo do papel do setor na indústria brasileira. Os incentivos e políticas públicas desenvolvidos no Brasil nos últimos anos são baseados em determinantes microeconômicos. Fatores institucionais e de formação de capital social, bem como características setoriais, são desconsiderados e apresentam forte importância para o desempenho das empresas nestes setores. Os resultados deste artigo mostraram que não apenas os setores são mais ou menos sensíveis às características setoriais de inovação, mas principalmente, de que estas características variam de setor para setor.

Sugere-se que este estudo seja ampliado para os demais anos da PINTEC, com o intuito de captar a evolução das diferenças institucionais e do capital social sobre a produtividade das empresas. Com este mapeamento mais geral, identificar-se-ia a estabilidade dos padrões setoriais apontados neste estudo, o que sustentaria a adoção de uma política industrial, tecnológica e de comércio exterior que respeitasse os padrões setoriais da indústria brasileira.

## Apêndice 1 – Setores mais eficazes do SSI da indústria de transformação brasileira

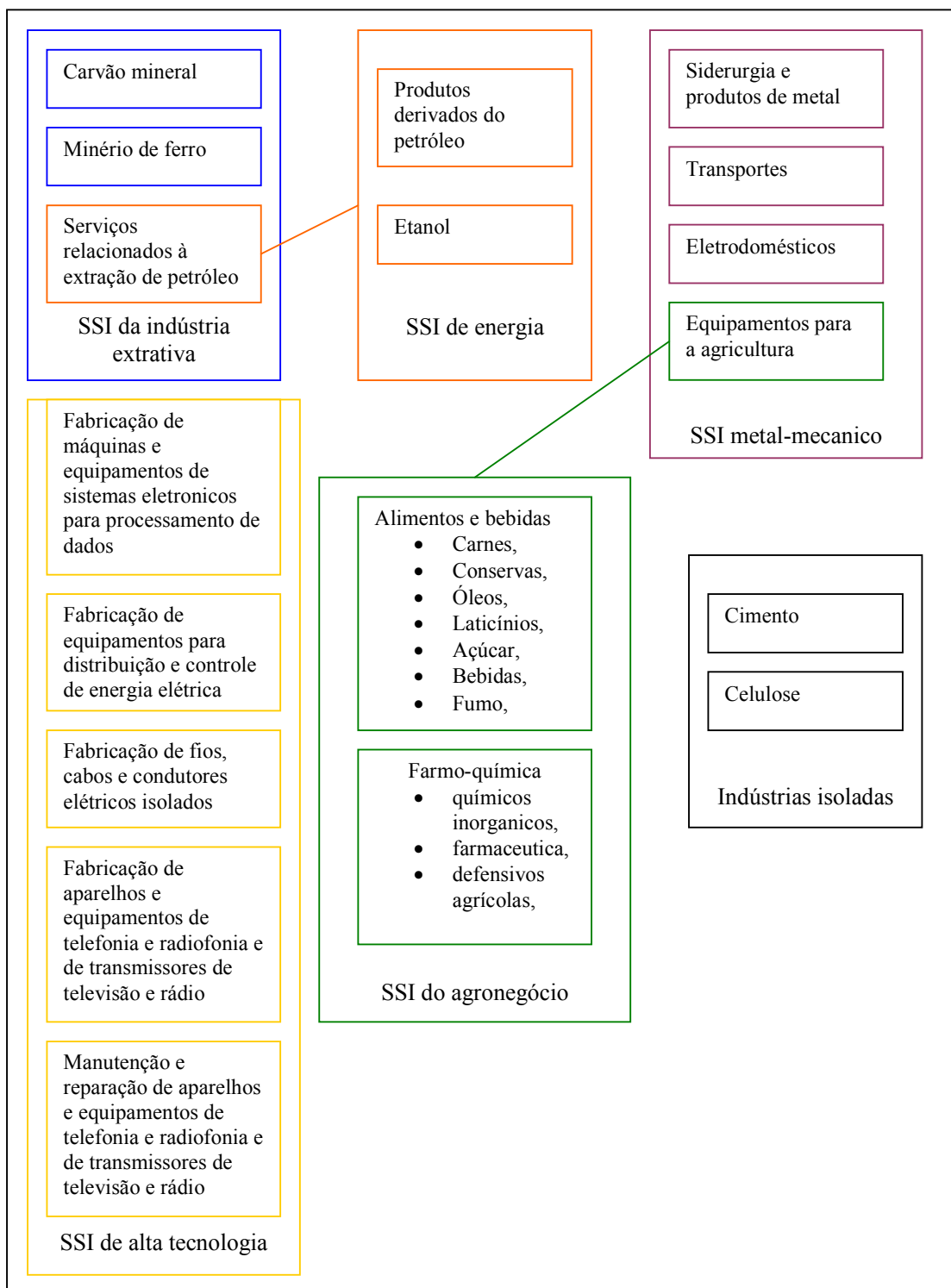


Figura 1: SSI da indústria brasileira

Fonte: O autor (2009).

## Apêndice 2 – Modelo de regressão multinível

Dado o modelo em dois níveis:

$$Y_{ij} = \alpha_0 + \alpha_n \mathbf{X}_{nij} + \mu_{ij} \quad (b1)$$

$$\alpha_n = \beta_0 + \beta_n \mathbf{Z}_{nj} + \tau_j \quad \text{ou} \quad \alpha_0 = \beta_0 + \beta_n \mathbf{Z}_{nj} + \tau_j \quad (b2)$$

Substituindo-se (b2) em (b1) tem-se:

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_n \mathbf{Z}_{nj} + \tau_j + \mathbf{X}_{nij}(\beta_0 + \beta_n \mathbf{Z}_{nj} + \tau_j) + \mu_{ij} \quad (b3)$$

Agrupando-se os termos, assume-se:

$$\underbrace{Y_{ij}}_{PTF \text{ empresa}} = \underbrace{\beta_0}_{PTF \text{ setor}} + \underbrace{\beta_0 \mathbf{X}_{nij}}_{\text{efeito fixo empresa}} + \underbrace{\beta_n \mathbf{Z}_{nj} + \beta_n \mathbf{Z}_{nj} \mathbf{X}_{nij}}_{\text{efeito fixo setor}} + \underbrace{\tau_j \mathbf{X}_{nij} + \tau_j}_{\text{termo aleatório setor}} + \mu_{ij} \quad (b4)$$

O modelo estimado em (b4) analisado pertence apenas aos efeitos aleatórios do setor sobre a produtividade total dos fatores da empresa.

## REFERÊNCIAS

ABRAMOVITZ, M (1956). Resource and output trends in the United States since 1870. American Economic Review, volume 46, p. 5-23.

ACS, ZJ; AUDRETSCH, DB (1987). Innovation, market structure, and firm size. The Review of Economics and Statistics, volume 69, number 4, p. 567-574.

AGHION, P.; HOWITT, P. (1997). Endogenous growth theory. Cambridge: MIT.

ANTONELLI, C (2003). The economics of innovation, new technologies and structural change. London: Routledge.

ARAÚJO, BCPO de (2006). Análise empírica dos efeitos ex-post das exportações sobre a produtividade, emprego e renda das empresas brasileiras. Salvador: ANPEC, XXIV Encontro Nacional de Economia.

ARNOLD, JM; HUSSINGER, K (2005). Export behavior and firm productivity in german manufacturing: a firm-level analysis. Review of World Economics, volume 141, issue 2, p. 219-243.

AUDRETSCHI, DB (1998). Agglomeration and the location of innovative activity. Oxford Review of Economic Policy, volume 14, number 2.

BORENSZTEIN, E; GREGORIO, J de; LEE, JW (1998). How does foreign direct investment affect economic growth? Journal of International Economics, volume 45, p.115-135.

CEPAL (2008). Structural change and productivity growth: 20 years later – old problems, new opportunities. Santiago: CEPAL.

CIMOLI, M; GIUSTA, M. (1998). The nature of technological change and its main implications on national and local system of innovation. Luxemburg: International Institute for Applied Systems Analysis – Interim Report.

COHEN, WM; LEVINTHAL, DA (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. Administrative Science Quarterly, volume 35.

DOSI, G; PAVITT, K; SOETE, L (1990). The economics of technological changes and international trade. New York: Harvester Wheatsheaf.

EDQUIST, C; JOHNSON, B (1997). Institutions and organizations in systems of innovation. In: EDQUIST, C. Systems of innovation: technologies, institutions, and organizations. London: Routledge, p. 41-63.

FELIPE, J; MCCOMBIE, JSL (2007). Is a theory of total factor productivity really needed? Metroeconomica, 58:2, p. 195-229.

GREENAWAY, D; KNELLER, R (2007). Industry differences in the effect of export market entry: learning by exporting? Review of World Economics, volume 143, number 3, p. 416-432.

GROSSMAN, G; HELPMAN, E (1991). Quality leaders and product cycles. Quarterly Journal of Economics, volume 106, number 2, p.557-586.

HOX, J (2002). Multilevel analysis techniques and applications. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

JOVANOVIĆ, B; ROB, R. (1997). Solow vs Solow: machine prices and development. Cambridge: NBER, working paper 5871.

KALDOR, N (1957). A model of economic growth. The Economic Journal, volume 67, number 268, p. 591-624.

KALDOR, N (1961). Capital accumulation and economic growth. In: KALDOR, N. The theory of capital. Oxford: Macmillan, p. 177-222.

KOGUT, B; ZANDER, U (2003). Knowledge of the firm and the evolutionary theory of the multinational corporation. Journal of International Business Studies, volume 34, number 6, p. 516-529.

LUCAS Jr, RE (1988). On the mechanics of economic development. Journal of Monetary Economics, volume 22, p.3-42.

MACHINEA, JL; VERA, C (2006). Trade, direct investment and production policies. Santiago: CEPAL – series informes y estudios especiales.

MALERBA, F (2002). Sectoral systems of innovation and production. Research Policy, volume 31, p. 247-264.

MALERBA, F (2006). Innovation and the evolution of industries. Journal of Evolutionary Economics, volume 16, p. 3-26.

NELSON, RR (2005). Technology, institutions and economic growth. Cambridge: Harvard University.

NELSON, RR.; PHELPS, ES (1966). Investments in humans, technological diffusion, and economic growth. *American Economic Review*, volume 56, number 1/2, p.69-75.

NELSON, RR; NELSON, K (2002). Technology, institutions, and innovation system. Research Policy, volume 31, p.265-272.

NELSON, R; WINTER, S (1982). An evolutionary theory of economic change. Harvard: Harvard University.

PAVITT, K (1984). Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory. Research Policy, volume 13, p.343-373.

ROMER, PM (1990). Endogenous technological change. Journal of Political Economy, vol.98, No5, p.71-102.

SOLOW, RM (1956). A contribution to the theory of economic growth. The Quarterly Journal of Economics, volume 70, number 1, p. 65-94.

SOLOW, RM (1959). Investment and technical progress. In ARROW, K.;KARBIN, S.; SUPPES, P. Mathematical methods in the social sciences. Stanford: Stanford University.

SOLOW, RM (1987). Growth theory and after. Estocolmo: Lecture to the memory of Alfred Nobel.

SUZIGAN, W; FURTADO, J; GARCIA, R; SAMPAIO, SEK (2003). Sistemas locais de produção: mapeamento, tipologia e sugestões de políticas. Porto Seguro: XXXI Encontro Nacional de Economia.



## Anexo 1 – Resultados

TABELA A: DIFERENÇAS SETORIAIS NA DETERMINAÇÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS NO ANO DE 2005

Setor	Aglomeração	HHI	Apoio do governo	Cooperação	Fontes de financiamento público	Inovação em produto	Inovação em processo	Inovação organizacional	Destino de vendas	Educação p/ P&D&I	K estrangeiro
Extração de carvão mineral	(+) ***	(+) *	(+) ***	(+) ***	(+) ***					(+) ***	
Atividades de serviços relacionados com a extração de petróleo e gás natural	(+) ***									(+) **	(+) ***
Extração de minério de ferro	(+) ***	(+) ***				(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) ***	(+) **	
Extração de minerais metálicos não ferrosos		(+) **									
Extração de pedra, areia e argila											
Abate e preparação de produtos de carne e pescado	(+) **	(+) **		(+) **		(+) **	(+) **	(+) **			(+) **
Processamento, preservação e produção de conservas de frutas, legumes e outros vegetais	(-) **	(-) **		(-) *	(-) *			(-) *		(-) **	(-) *
Produção de óleos e gorduras vegetais e animais	(-) ***	(-) ***	(-) ***	(-) ***	(-) ***	(-) ***	(-) ***	(-) ***	(-) ***		(+) ***
Laticínios	(+) **		(+) ***	(+) *		(+) **	(+) *		(+) **		
Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais						(-) *					
Fabricação de refino de açúcar	(-) ***	(-) **	(-) *			(+) *	(+) *	(+) **	(+) **	(-) **	(+) **
Fabricação de bebidas		(-) **		(-) *		(+) **		(-) *		(-) *	
Fabricação de produtos de fumo				(+) **		(+) **	(+) **			(+) ***	(+) **
Fabricação de artefatos têxteis	(-) **	(-) *									
Confeção de artigos de vestuário	(+) **							(+) *			
Fabricação de calçados	(-) *									(-) *	
Fabricação de produtos de madeira, cortiça e material trançado										(+) **	
Fabricação de celulose e outras pastas para fabricação de papel	(+) *		(-) **			(+) ***		(-) **	(-) *		
Fabricação de artefatos diversos de papel, papelão, cartolina e cartão			(+) **			(+) **		(-) **			
Edição e impressão		(+) **	(+) **			(+) **	(+) *		(+) **		(+) ***
Produção de materiais gravados	(+) ***	(+) **		(+) **		(+) **		(+) **		(+) **	(+) **
Fabricação de produtos derivados do petróleo	(-) **										
Fabricação de etanol			(-) **						(+) *		
Fabricação de produtos químicos	(-) ***	(-) ***	(-) **	(-) **	(-) ***	(-) ***	(-) **	(-) *	(-) ***	(+) **	(-) **





TABELA B: RESULTADOS DOS EFEITOS FIXOS NO PRIMEIRO NÍVEL

Variável	Estimativa	Desvio padrão	Estatística t	Probabilidade p
Intercepto	4374488	845294	5.18	<.0001
PO_TGrau	-63163	11488	-5.50	<.0001
REN_MEDIA_Me	-4199.43	1333.66	-3.15	0.0016
TEMP_EMPR_Me	-83276	36689	-2.27	0.0232
Tempo_Estudo_Me	1517495	720916	2.10	0.0353
Experiencia_Me	576563	273520	2.11	0.0351
mao_inov	1104337	35880	30.78	<.0001
n_pedidos	1221765	81187	15.05	<.0001
share	-1,09E+11	57253332	-1.90	0.0575
share_receita	-7,18E+11	45752467	-15.70	<.0001
Contratos	9112.79	1528.66	5.96	<.0001
valorex	-0.00395	0.01850	-0.21	0.8309
valorimp	13.797	0.03175	43.45	<.0001
pct_insumos_internac	-336793	52556	-6.41	<.0001
turnover	20881	186859	0.11	0.9110

FONTE: O autor com os microdados do IBGE.

## **DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE NAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM FUNÇÃO DAS DIFERENÇAS SETORIAIS**

### **RESUMO**

Este estudo busca explicar como o processo de inovação é determinado por fatores externos à empresa. A produtividade da empresa é calculada e analisada em função dos fatores sistêmicos da inovação. Para tanto, apresenta-se as competências internas das empresas para inovar. Tais competências explicam a variação da produtividade da empresa por setor. A produtividade das empresas industriais é construída pelo método do resíduo de Abramovitz (da contabilidade social). Ela é denominada de produtividade total dos fatores (PTF), assim como o resíduo de Solow. Todavia, a análise é desenvolvida evitando-se alguns problemas teóricos relacionados com a literatura schumpeteriana, como o efeito de escala, da agregação e da heterogeneidade dos fatores considerados no modelo. Ela é explicada pelas competências internas da empresa ligadas ao processo de inovação, às características setoriais da indústria brasileira e a presença de inovação em produto nos setores industriais por meio do modelo de regressão multinível.

Palavras-chave: Inovação sistêmica, Produtividade e Inovação.

### **ABSTRACT**

This study seeks to explain how the process of innovation is determined by company's external factors. The company's productivity is calculated and analyzed in terms of systemic factors of innovation. It presents the internal capabilities of enterprises to innovate. These skills explain the variation of the company's productivity by sector. The productivity of industrial enterprises is built by the residue method of Abramovitz (social accounting). It is called total factor productivity (TFP), as well as the Solow residual. However, the analysis is developed avoiding some theoretical problems related to the Schumpeterian literature, as the effect of scale, aggregation and heterogeneity of the factors considered in the model. It is explained by the internal capabilities of the company related to the innovation process, the characteristics of the Brazilian industry and the presence of product innovation in industry by means of multilevel regression model.

Key words: Systemic innovation, Productivity and Innovation.

JEL: O32, O33, O47.

## 1. INTRODUÇÃO

O crescimento econômico possui ampla sinergia com o ganho de produtividade das empresas e o processo de inovação. A relação entre produtividade e inovação é estreita e a causalidade interdependente. O aumento da produtividade leva à introdução de inovações nas empresas, bem como o processo de inovação conduz ao aumento da produtividade.

Este estudo busca explicar como o processo de inovação é influenciado por fatores externos à empresa. A produtividade da empresa é calculada e analisada em função dos fatores sistêmicos da inovação. Para tanto, apresenta-se as competências internas das empresas para inovar. Estas competências explicam a variação da produtividade da empresa por setor (indústria). A separação na análise entre setores vai ao encontro da idéia de que as empresas apresentam diferenças de produtividade, em parte originadas por diferenças setoriais nas instituições e na formação de capital social, bem como na estrutura da própria indústria. Adotou-se a inovação em produto por setor como fator sistêmico de inovação no modelo empírico. Esta inovação depende da interação da empresa com atores externos, denominados de instituições, como governo e universidades, entre outros atores sociais, bem como a interação com outras empresas (concorrentes, fornecedores, distribuidores, ou empresas especializadas em serviços, consultoria, etc). Esta interação é denominada de capital social e é um importante passo para a promoção do processo de inovação na economia.

A produtividade das empresas industriais é construída pelo método de resíduo de Abramovitz (da contabilidade social). Ela é denominada de produtividade total dos fatores (PTF), assim como o resíduo de Solow, todavia, sua análise é desenvolvida evitando-se alguns problemas teóricos relacionados com a crítica da literatura schumpeteriana, como o efeito de escala, da agregação e da heterogeneidade dos fatores considerados no cálculo do PTF.

A explicação da PTF por competências internas da empresa ligadas ao processo de inovação, às características setoriais da indústria brasileira e a presença de inovação em produto nos setores industriais é realizada por meio do modelo de regressão multinível. Ele permite a análise de efeitos intra-grupos nas

observações estudadas. Estes efeitos são as diferenças setoriais de produtividade e os efeitos da inovação em produto dos setores industriais sobre a produtividade das empresas.

A escolha da inovação em produto é justificada pela necessidade de identificação da influência das variáveis institucionais sobre o processo de inovação e de ganho de produtividade das empresas na indústria brasileira. Esta análise é realizada por meio da utilização dos dados da PINTEC<sup>104</sup> no ano de 2005. A escolha da inovação em produto é aleatória, a inovação em processo ou organizacional igualmente poderiam ser os objetos desta análise, a simplificação assumida resumiu o trabalho empírico em função da complexidade na análise do modelo apresentado<sup>105</sup>.

Este artigo é dividido em cinco seções, fora esta introdução. A segunda seção analisa as competências internas do processo de inovação e geração de produtividade nas empresas. A partir da análise do modelo de Hall e Mairesse (2006) verifica-se que a inovação e o ganho de produtividade são as fontes iniciais do processo sistêmico de inovação. A análise da produtividade mostrou-se mais ampla, na medida em que nem todas as empresas industriais brasileiras são inovadoras no ano de 2005, conforme os dados da PINTEC. Por meio da utilização da produtividade, as empresas pertencentes ao banco de dados do IBGE podem ser comparadas. Com um modelo mais generalista, o papel das competências, instituições e do setor na produtividade das empresas pode ser identificado com maior facilidade.

A terceira seção considera o debate da existência de diferenças de produtividade entre as empresas, mesmo que estas estejam no mesmo setor industrial. As diferenças institucionais e setoriais são destacadas, conforme a

---

<sup>104</sup> Pesquisa de Inovação Tecnológica do IBGE. A construção da PTF é realizada por meio dos dados da PIA (Pesquisa Industrial Anual), as competências da empresa são identificadas por meio de variáveis diversas do banco de dados do IBGE. A discussão da metodologia, variáveis e aplicação do modelo multinível para identificação da inovação sistêmica na indústria brasileira é realizada no capítulo anterior.

<sup>105</sup> A pesquisa empírica foi obtida por meio de um projeto de pesquisa junto ao IPEA para a utilização dos microdados do IBGE. O desenvolvimento do trabalho ficou restrito aos recursos disponibilizados. Em continuidade, outros trabalhos podem elaborar análises mais aprofundadas do tema, considerando as outras formas de inovação ou de interação com o ambiente que em virtude do grau de novidade do modelo de regressão assumido não foi possível.

literatura de inovação sistêmica schumpeteriana<sup>106</sup>. A análise do enfoque setorial se justifica em razão da aproximação das pesquisas realizadas nos últimos anos, com enfoque exclusivamente micro ou macroeconômicos, busca-se com este exercício uma contribuição setorial (mesoeconômica) para analisar o processo de inovação na indústria brasileira, a partir das competências microeconômicas para a inovação, em função das instituições envolvidas com o desenvolvimento da inovação em produto no ambiente macroeconômico da indústria brasileira.

A quarta seção identifica a produtividade total dos fatores que, como dito anteriormente, é calculada pelo resíduo de Abramovitz. Os comentários pertinentes às críticas do uso da PTF na literatura heterodoxa são considerados nesta seção.

A quinta seção analisa o modelo multinível em dois níveis desenvolvido. Ele capta as diferenças entre setores na PTF das empresas. A PTF é igualmente analisada como um desvio da média do setor no primeiro nível em função das competências para inovar da empresa. No segundo nível a PTF é analisada como uma média setorial em função do desvio da média geral de indústria brasileira e do impacto das instituições, captada por meio da inovação em produto.

A sexta seção apresenta e discute os resultados encontrados que confirmam a hipótese de que o processo de inovação é sistêmico, pois fatores mesoeconômicos (da indústria), institucionais e o capital social influenciam a produtividade total dos fatores via competência para inovar nas empresas industriais brasileiras analisadas. A conclusão final identifica quais os setores industriais brasileiros são mais sensíveis ao processo de inovação sistêmico por meio do controle setorial e da inovação em produto no setor, onde praticamente 1/3 dos setores industriais brasileiros apresentaram diferenças de produtividade acima e abaixo da média da indústria em função do processo de inovação em produto analisado entre os setores.

---

<sup>106</sup> Os sistemas de inovação são: sistema nacional de inovação (SNI), sistema setorial de inovação (SSI), sistema regional de inovação (SRI) e sistema tecnológico (ST).



## 2. A CAPACIDADE DE INOVAÇÃO DA EMPRESA

A definição de que o progresso técnico é fundamental para o crescimento econômico, a partir do estudo de Solow (1956), abriu um vasto campo de pesquisa teórico e empírico na economia neoclássica. Com enfoque agregado (macroeconômico) analisado por meio de uma função de produção do tipo Cobb-Douglas, esta linha de pesquisa apresenta poucos microfundamentos e embasamento de exogeneidade na tecnologia e na introdução de inovações a partir do cálculo da PTF. Todavia, a partir do trabalho seminal de Nelson e Winter (1982) o estudo do crescimento econômico motivado pelo progresso tecnológico avançou na microeconomia.

Na obra de Nelson e Winter (1982) a empresa disponibiliza tempo e recursos para aprender novas formas de produção, agregando conhecimento tecnológico nas suas rotinas de funcionamento (produção, planejamento, comercialização, entre outras). Nelson e Winter (2002) analisam a rotina das empresas, definida pelos autores como forma de processamento das habilidades, comportamento e estrutura de organização da empresa, marcada por uma forte trajetória (*path dependence*) dos recursos acumulados. O aprendizado da empresa está ligado a sua rotina e suas competências acumuladas que, futuramente, irão determinar a sua capacidade de inovação.

A ênfase microeconômica para o processo de inovação na literatura schumpeteriana pode ser visualizada no conjunto de habilidades e competências da empresa dedicadas à geração, absorção e utilização de conhecimento tecnológico e que permitem o desenvolvimento de inovações, denominadas de *capabilities*<sup>107</sup>.

Segundo Vakratsas (2009) as competências da empresa para inovação são multifacetadas em razão de possuírem vários componentes, mas podem ser agrupadas em três conjuntos. O conjunto das competências para inovação, o conjunto das competências para absorção e o conjunto das competências para adaptação. De forma geral, as competências dedicadas à inovação, mostram-se voltadas à geração de novos conhecimentos tecnológicos e a aplicação econômica destes sob a forma de novos produtos ou serviços. As competências dedicadas à

---

<sup>107</sup> Utilizaremos o termo competência como tradução do conceito de *capability* definido no artigo seminal de Teece *et alli* (1997) que analisa a formação e importância das competências (*capabilities*) nas empresas.

absorção são voltadas à interação com elementos externos à empresa que incorporam as novas formas de conhecimento apresentado na sociedade<sup>108</sup>, a absorção neste sentido nada mais é do que o aprendizado da empresa de conhecimento novo (para a empresa ou para o mercado). Por fim, as competências de adaptação mostram que a estrutura organizacional da empresa necessita de readaptações frente aos novos conhecimentos desenvolvidos ou absorvidos pela empresa.

Percebe-se que o foco adotado por Vakratsas (2009) é o do conhecimento tecnológico que pode ser transformado em inovações. O autor justifica o foco no conhecimento e não apenas na inovação em função da formação de competências específicas na empresa que desempenham funções diferentes, muitas vezes anteriores ao processo de inovação ou posteriores ao mesmo. Por exemplo, o capital humano da empresa pode estar desenvolvendo as próprias formas de conhecimento para desenvolver (futuramente) as inovações na empresa. Ao mesmo tempo, ele aprende e absorve conhecimento de fontes externas (formais, como por meio de publicações, ou informais, via contatos com outros indivíduos que possuem os recursos ou conhecimentos desejados pela empresa e que são conhecimento e inovações de outros atores). Por fim, este mesmo capital humano pode definir estratégias organizacionais para reestruturar a empresa no desenvolvimento do processo de inovação e suas fases posteriores, como a comercialização e o marketing.

Desta forma, o exame dos fatores microeconômicos, como o capital (via investimento) ou o capital humano, não possibilitam a definição do perfil do conhecimento adotado na empresa, tão pouco qual a forma como a inovação é desenvolvida e os contatos e redes estabelecidas com instituições para o desenvolvimento, absorção e utilização de conhecimento. Mais informações são necessárias para se determinar o foco estratégico adotado pela empresa e suas rotinas organizacionais. Mulder *et alli* (2001) ainda acrescentam as regras de decisão à rotina e organização das competências das empresas em relação ao processo de inovação, o que significa que empresas com competências semelhantes podem apresentar estratégias e resultados diferentes em relação ao

---

<sup>108</sup> Utiliza-se o termo sociedade e não mercado em função da generalidade do conhecimento que extrapola os limites econômicos na sua formação, difusão e uso. O limite geográfico do conhecimento pode ser local ou global (internacional).

processo de inovação, em função da sua diferente estratégia e regras organizacionais internas.

Estudos como de Negri *et alli* (2005) e Negri (2006) analisam o padrão das empresas inovadoras da indústria brasileira, com a identificação das competências da inovação das empresas industriais brasileiras. Três perfis foram considerados: i) empresas inovadoras, ii) empresas especializadas em produtos padronizados (inovam menos) e, iii) empresas não inovadoras. A conclusão destes estudos é de que as empresas inovadoras são mais produtivas, exportam mais, são maiores, investem mais em P&D (e de forma contínua) e apresentam melhores indicadores de capital humano (mais experiência, escolaridade e rendimento).

A definição do ambiente da inovação na empresa pode ser visualizada na figura 1. A introdução de inovações ou o ganho de produtividade dependem das características da indústria. Percebe-se a entrada de fatores de inovação (como P&D e investimentos em capital – físico e humano) que se relacionam com fatores como a demanda e evolução da tecnologia<sup>109</sup>, assim como o tamanho da empresa, e explicam a capacidade de geração de conhecimento. O conhecimento adquirido ou desenvolvido pela empresa é que explica o produto da inovação (*output* da inovação), a produtividade e as vendas de produtos inovadores da empresa. A venda de produtos inovadores explica a lucratividade da empresa e a produtividade mostra como o ciclo se reinicia, pois ela explica o desenvolvimento de mais inovações, por meio do investimento em novos conhecimentos e estrutura produtiva.

Percebe-se ainda que a geração de patentes, considerada uma medida do esforço inovador em muitos estudos, é um resultado final do processo de inovação. Resultado este que pode ser substituído por outras formas de proteção do conhecimento, como segredos industriais. Griliches (1990) mostra que a patente identifica o esforço tecnológico (da empresa, região, indústria, país, etc) em relação às invenções e não necessariamente em relação à inovação. Esta característica mostra que a adoção de indicadores de inovação não responde de maneira satisfatória como a inovação, entendida como um processo sistêmico, depende de competências externas da empresa inovadora.

---

<sup>109</sup> Estes dois fatores não foram traduzidos (*demand pull* e *technology push*), mas significam respectivamente a idéia de que a demanda e a produção de conhecimento (invenções como janelas de oportunidades) podem alavancar as vendas de produtos inovadores.

A relação entre a inovação e a produtividade ainda pode ser intermediada por fatores exógenos, como o investimento em capital físico ou humano. Este investimento explica o aumento da produtividade e permite a introdução de inovações.

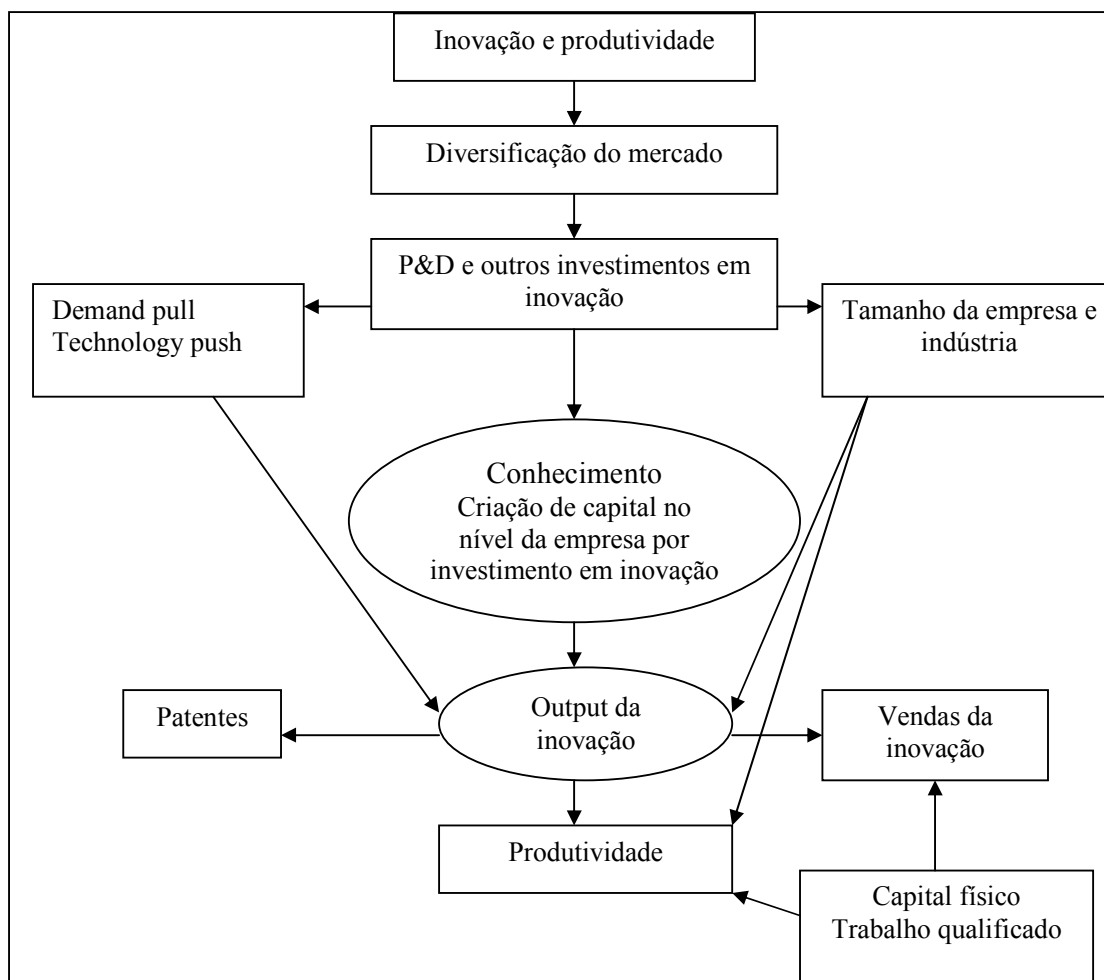


FIGURA 1: DINÂMICA DA INOVAÇÃO NO NÍVEL DA EMPRESA

FONTE: Hall e Mairesse (2006)

De maneira geral, a análise da inovação a partir das competências da empresa mostra apenas o lado microeconômico do processo e esconde a relação da empresa com o ambiente institucional e os limites setoriais impostos às empresas.

Percebe-se ainda que a criação de conhecimento é função da geração da inovação. Antes da produção de inovações (o resultado da inovação pode ser em produto, processo ou organizacional) existe a criação de conhecimento, com valor econômico incorporado e com potencial de crescimento no mercado, em razão da

diferenciação da inovação, como ganho de qualidade ou redução de custos. A denominação do conhecimento como capital expressa primeiramente a sua função de criação de valor como um fator de produção. O capital da empresa também está presente nos fatores de produção (capital, trabalho, recursos naturais, tecnologia e capacidade de gestão) que possuem conhecimento incorporado, o que os valoriza, todavia, este cálculo (a exemplo das patentes) é de difícil determinação.

Outro ponto importante a ser destacado é a influência da indústria sobre a dinâmica das inovações. A indústria possui concentração própria que determina o tamanho das empresas. O tamanho da empresa determina a sua capacidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento, bem como a exploração de oportunidades econômicas de inovação (como investimentos em marketing de novos produtos). De forma geral, empresas maiores diluem melhor os custos fixos e lidam melhor com o risco da inovação em comparação com empresas menores.

A dinâmica da inovação na empresa relaciona-se com fatores da indústria, gerando o seu caráter sistêmico. Esta idéia confirma a hipótese de trajetória tecnológica de Dosi (1982), confirmada no estudo de Antonelli (1999). A idéia central é de que a trajetória tecnológica (a geração, aplicação e utilização do conhecimento científico) está concentrada no nível da indústria. Este conhecimento pode transbordar para outros setores industriais, como afirmam Mowery e Rosenberg (2005), gerando novas oportunidades, todavia, o foco inicial da nova tecnologia e seu desenvolvimento está presente na indústria.

A identificação do conhecimento da empresa e a forma como as inovações foram inseridas não pode ser verificada apenas por meio da análise do produto inovador ou das patentes geradas. Em Haal e Mairesse (2006) este conhecimento advém dos investimentos em inovação e dos gastos em P&D. Porém, estes investimentos podem ser absorvidos de outras empresas e indústrias, formando o efeito de transbordamento. Outros atores institucionais, como universidades e centros de pesquisa, geram conhecimento tecnológico e inovações e são igualmente importantes no processo de inovação e não estão contabilizados no esforço de gasto em P&D da empresa.

Antonelli (1999) mostra que o ambiente institucional é voltado para o desenvolvimento de inovações por meio da formação de estrutura de fornecimento de serviços dedicados à inovação. Tais serviços são absorvidos pelas empresas por

meio de canais e redes de relacionamento com outros atores. Estes atores podem ser econômicos (como outras empresas) e sociais (como as universidades). Nas palavras do autor:

(...) the diffusion of new information technology increases the connectivity and acceptivity of information networks, fuelling the growth of a market for knowledge-intensive business service, and the firms involved in such services, and enhancing the innovation capability of the system as a whole. This process is clearly recursive, generating in turn more such technology and an ever-increasing array of products and process innovations. What emerges is a radical structural change, reshaping completely the position of service industry and emphasising the function of knowledge-based service sectors as the pillars of this new system in terms of innovative capacity and the all-important competitive edge (ANTONELLI, 1999, p. 257).

Percebe-se que a determinação econômica da inovação na empresa ultrapassa as barreiras da própria empresa e suas competências dedicadas à inovação. Elementos da indústria e do ambiente institucional devem ser igualmente considerados. Esta análise é complexa, o que dificulta a definição de um modelo econômico geral e de uma metodologia econométrica única. Conforme Encaoua *et alli* (2000) este problema pode ser definido como:

the economic analysis of innovation has many facets that are difficult to enumerate, given the degree to which the appropriate methodologies shatter the traditional boundaries of economic analysis and create close interdependence among fields within the discipline that are normally considered separate. The boundaries between microeconomics and macroeconomics are becoming blurred, and substantial links are being established among growth theories, the economics of labor, the economics of science and research, the analysis of methods of apprenticeship through experience, the study of dissemination and diffusion processes, competition analysis, the study of incentives and ownership rights, the management and organization of companies, the financial environment, the legal framework, the social structure, the intervention of state authorities, international trade and many other fields within economics (EUCAOUA *et alli*, 2000, p. 18).

Percebe-se que a análise do processo de inovação deve incorporar seus elementos sistêmicos, como a análise do ambiente institucional da inovação que compreende a formação de capital social (de relações sociais) entre a empresa e os atores institucionais, bem como outras empresas, a estrutura econômica da indústria e os limites geográficos envolvendo os atores econômicos e institucionais. Sobre o impacto geográfico da inovação, Dosi *et alli* (2006) mostram que o conhecimento tecnológico incorporado nas organizações e nos indivíduos é concentrado geograficamente. Esta concentração geográfica é um limite para a absorção do

conhecimento e o desenvolvimento de inovações, visto que o aumento da distância significa a redução da absorção de conhecimento por mais indivíduos e empresas.

A estrutura econômica da indústria também influencia a capacidade de inovação das empresas. Cooley e Quadrini (2001) defendem que as pequenas empresas são mais flexíveis e desenvolvem mais novas tecnologias em relação as grandes empresas. Todavia, em relação ao tamanho das empresas a idéia defendida pela literatura schumpeteriana é de que as grandes empresas inovam mais do que as empresas de porte menor. Desta forma, os setores industriais com maior presença de grandes empresas, ou que possuem *market share* nas mãos de grandes empresas (ou seja, são mercados mais concentrados) estão mais sujeitos ao desenvolvimento de inovações do que mercados menos concentrados. Esta idéia é sintetizada com a função da concentração de mercado e o desenvolvimento de inovações na forma de U invertido<sup>110</sup>.

Ainda em relação à concentração de mercado, esta pode assumir os limites do espaço geográfico. A literatura schumpeteriana destaca a definição dos sistemas regionais de inovação, o que coloca a concentração geográfica como determinante do processo inovador. A explicação reside na formação de capital social entre a universidade e as empresas. Esta relação é limitada pela localização e pela própria característica da tecnologia envolvida. Tecnologias relativamente novas (na fase inicial de sua trajetória) abrem novas oportunidades que facilitam o desenvolvimento do que Audretsch *et alli* (2005) denominam de empreendedorismo tecnológico. O empreendedorismo tecnológico consiste na formação de redes sociais (capital social) que apóiam o lançamento de negócios inovadores a partir de novas idéias lastreadas no transbordamento do conhecimento acadêmico para novos empreendimentos. Diamond Jr (2003) mostra que a mudança técnica não é função apenas do P&D da empresa, mas envolve aprendizado por fazer (*learning by doing*) e P&D informal. Desta forma, o conhecimento da empresa está inserido na rede a qual a empresa participa formal ou informalmente.

A identificação dos elementos presentes no processo de inovação é apresentada por Encaoua *et alli* (2000). Para os autores:

---

<sup>110</sup> Sobre esta função, ver Aghion *et alli* (2005) para uma revisão da relação entre concentração e inovações na economia.

The economics and econometrics of innovation should no longer be perceived as distinct and separate fields of investigation, but rather as complementary means of analyzing the same issues. While people's specializations naturally make them inclined to choose the approach in which they have, comparatively, the greatest advantage, a dialog has definitely begun. New databases, frequently qualitative, are now available and new empirical investigation methods are being perfected. The economic importance of innovation is such that theoretical and empirical studies come together on many issues (ENCAOUA *et alli*, 2000, p. 18).

Para a definição de um modelo empírico de investigação do processo de inovação sistêmico considera-se o estudo de Kelley e Helper (1999). Os autores mostram que a adoção da tecnologia depende das seguintes características:

- Tamanho da empresa;
- Experiência prévia;
- Canais de aprendizado;
- Mudanças administrativas ou organizacionais;
- Existência de outras empresas na região que utilizam a tecnologia;
- Região urbanizada, com outros tipos de indústrias;
- Presença de universidades;
- Presença de instituições (principalmente de apoio para empresas pequenas);

Para captar as competências internas e externas da empresa inovadora, optou-se pela utilização de um modelo de regressão multinível que será apresentado na seção quatro. A seguir discute-se a razão teórica que justifica por que as empresas apresentam diferenças de produtividade. Esta hipótese é fundamental e se baseia na premissa de heterogeneidade dos atores econômicos e sociais envolvidos no processo de inovação, caso contrário, a convergência tecnológica garantiria um desempenho micro e mesoeconômico igual para todas as empresas e indústrias, eliminando a necessidade de se analisar as características sistêmicas da inovação que tenderiam para um valor médio na economia.

### 3. POR QUE AS EMPRESAS NÃO POSSUEM A MESMA PRODUTIVIDADE?

A análise das competências para inovar das empresas mostra a dependência da interação das mesmas com o ambiente externo, formando um processo de inovação sistêmico que envolve instituições e capital social, além das condições mesoeconômicas da própria indústria, como a trajetória tecnológica. Percebe-se



igualmente uma relação interdependente entre a inovação e a produtividade, conforme apontou o modelo de Hall e Mairesse (2006). As competências para inovar indicam o grau de importância da inovação na empresa e sua produtividade e dependem de fatores externos, como Kelley e Helper (1999) e Encaoua *et alli* (2000) apontaram em seus estudos.

Desta forma, a identificação da inovação ou da produtividade da empresa deve ser relacionada ao desenvolvimento institucional, ao capital social e as características estruturais da indústria. Tal tarefa demanda uma análise mais profunda nos modelos de produtividade<sup>111</sup> e suas críticas e aplicabilidades devem ser estendidas ao conceito de inovação sistêmica.

Tradicionalmente a produtividade é analisada a partir da função de produção do tipo Cobb-Douglas para explicar o crescimento econômico, conforme o modelo de Solow<sup>112</sup>. O modelo de Solow possui dois fatores limitantes na definição da produtividade em função do progresso técnico. O primeiro é a agregação, pois o modelo foi pensado para explicar o crescimento macroeconômico (de países) e não de empresas, portanto, falta-lhe embasamento microeconômico. Na literatura schumpeteriana, os fundamentos microeconômicos são diferentes dos pressupostos neoclássicos. Desta forma, a função de produção agregada deve incorporar as diferentes setoriais (da indústria) e da empresa. Esta desagregação não pode assumir as mesmas condições do modelo macroeconômico, pois a empresa na literatura schumpeteriana possui competências próprias para inovar, além de depender de instituições e da formação de capital social.

O segundo fator limitante do modelo agregado de Solow é o pressuposto de retornos constantes de escala. Este pressuposto pode ser assumido em relação ao estudo macroeconômico. Todavia, para um estudo do impacto do progresso tecnológico e das inovações sobre a produtividade da indústria e das empresas, o retorno constante de escala vai contra uma das principais características da

---

<sup>111</sup> A escolha pela produtividade como variável de análise a ser explicada é justificada por dois motivos. O primeiro é histórico, tradicionalmente a literatura econômica se dedicou mais ao estudo da produtividade. Em segundo lugar, os dados sobre a inovação geralmente são *dummies*, do tipo inovou ou não inovou. Optou-se por analisar a produtividade (de todas as empresas) e explicá-la pelas competências sistêmicas da inovação e outras características da empresa, do setor e do ambiente institucional. Reconhecemos que a relação inversa é igualmente verdadeira: a inovação pode ser explicada pela produtividade.

<sup>112</sup> Ver Romer (2001) para uma análise dos diferentes modelos de crescimento na literatura econômica.

inovação que é o retorno crescente da aplicação do conhecimento no processo de inovação. O retorno crescente de escala da aplicação do conhecimento gera diferenças de produtividade entre as empresas. Tais diferenças na literatura schumpeteriana formam a princípio de heterogeneidade dos agentes econômicos, tanto entre empresas, como entre indústrias. A heterogeneidade também pode ser explicada por diferenças institucionais e de formação de capital social, ou seja, não apenas as instituições podem ser diferentes entre setores econômicos, mas dentro do mesmo setor, a mesma instituição forma diferentes arranjos e conexões com as empresas, o que resulta em resultados e impactos igualmente diferentes em relação à produtividade e a capacidade de inovar das empresas.

Antonelli (1999) argumenta que a heterogeneidade presente no processo de inovação é função da organização do conhecimento. O conhecimento pode ser aglutinado em quatro processos diferentes de organização da sua estrutura formadora, definidos como:

- Empreendedorismo: por meio das inovações radicais em Schumpeter;
- Variedade institucional: empresas e universidades formam diferentes redes de parcerias;
- Integração vertical: economias de escopo e redução de custos de transação no desenvolvimento de P&D;
- Cooperação tecnológica: formando economias de escala;

A forma de ocorrência do conhecimento, conforme as quatro classificações de Antonelli (1999), mostra uma interdependência na construção de um 'contrato social' entre as empresas e as instituições - que é a definição de capital social<sup>113</sup>.

Já Bottazzi *et alli* (2001) analisam a evolução da tecnologia e das inovações na indústria farmacêutica e concluem que a heterogeneidade tende a se manter, em razão das empresas diferirem na propensão a inovar, pois novos mercados são criados por meio da geração de inovações. Logicamente, a sensibilidade da abertura de novos mercados em função do processo de inovação difere de indústria para indústria.

Dosi (2006) mostra que as diferenças entre indústrias não são apenas explicadas pela evolução da demanda<sup>114</sup>. Para o autor a heterogeneidade entre

<sup>113</sup> Ver Putnam (2001), Coleman (1988) e Knack e Keefer (1997) para a definição de capital social e Nelson e Sampat (2001) para a importância do capital social no processo de inovação da economia.

empresas e indústrias é explicada pelas diferenças de percepção e capacidade de aproveitamento de oportunidades econômicas referentes à inovação. Estas oportunidades dependem, em uma primeira análise, das características da empresa. O conhecimento é acumulado pela empresa, mas depende das suas próprias características (verificadas no conceito de trajetória tecnológica em um paradigma tecnológico) e dos ambientes econômico e social que permeiam a geração, difusão e uso da tecnologia.

O estado da arte da tecnologia para as empresas depende da evolução da trajetória da mesma dentro do paradigma tecnológico ao qual esta pertence. Dosi (1982) e Dosi (2006) mostram que a trajetória da tecnologia pode ser analisada em uma indústria, em função das características particulares da estrutura e das instituições presentes na indústria e que determinam a evolução da tecnologia. A interação entre as características da indústria e as instituições forma o capital social, este depende de fatores geográficos relacionados à concentração industrial e estabelece a velocidade de evolução das trajetórias tecnológicas.

Em relação ao papel da concentração geográfica no processo de inovação na indústria, Audretsch e Dohse (2007) apresentam o problema de pesquisa da inovação na empresa e nas indústrias da seguinte forma:

Two highly prominent literatures have generated something of a paradox. On the one hand, the new economic geography and endogenous growth literature suggest that spatial growth will be greater where knowledge spillovers are higher. However, the actual mechanisms by which this growth takes place at the microeconomic or firm level have remained vague and unclear. On the other hand, there is an extensive literature focusing on growth at the firm level, which has virtually ignored spatial externalities and instead focused almost exclusively on firm-specific characteristics, such as size and age, and to a lesser degree on industry specific characteristics.

(...) firm performance, as measured by growth, does appear to be influenced by locational characteristics as well as characteristics specific to the firm and the industry. In particular, the empirical evidence suggests that being located in an agglomeration rich in knowledge resources is more conducive to firm growth than being located in a region that is less endowed with knowledge resources. In other words: *Regions abundant in knowledge resources appear to provide a particularly fertile soil for the growth of young, technology-oriented firms.* These results suggest the economic value of location as a mechanism for accessing external knowledge resources, which in turn, manifests itself in higher rates of growth (AUDRETSCH e DOHSE, 2007, p. 100).

---

<sup>114</sup> A demanda possui um papel na definição das inovações. Todavia, ela não é a única explicação. O consumidor é uma fonte de informação no processo de inovação, porém, outras fontes de informação, como distribuidores, fornecedores e instituições são igualmente importantes. Ver Dosi (2006) para uma crítica ao modelo de evolução das inovações de indução pela demanda (*demand pull*).

O foco apontado por Audretsch e Dohse (2007) reside no papel do conhecimento no processo de inovação e na contribuição econômica verificada nas empresas (como o aumento da produtividade). Na visão dos autores, o processo de inovação é influenciado pelas características da região, das características da estrutura do setor (da indústria) e das competências da empresa na busca de conhecimento externo.

O conhecimento é uma função social e a empresa, dado os seus limites geográficos e econômicos, deve interagir com os atores que estão inseridos no desenvolvimento e na difusão do conhecimento. A absorção deste conhecimento depende das características da empresa, todavia, o papel dos atores envolvidos no processo é importante. Audretsch *et alli* (2005) mostram como a relação entre o ambiente econômico e social molda o processo de inovação na definição do conceito de empreendedorismo tecnológico. Para os autores, o empreendedorismo tecnológico depende da construção de uma rede de conhecimento com foco na promoção de novos negócios baseados na aplicação do conhecimento, com o apoio da universidade e envolvendo principalmente as pequenas empresas. Ele depende do ciclo do conhecimento na indústria. Indústrias maduras, dominadas por grandes empresas não formam o capital social voltado ao empreendedorismo. Já novas tecnologias abrem novas oportunidades econômicas para a inovação tecnológica, todavia, a exploração destas oportunidades depende da rede estabelecida entre a universidade e as pequenas empresas empreendedoras.

As diferenças setoriais relacionados ao processo de inovação são exploradas no estudo de Klevorick *et alli* (1995). Os autores analisam as diferenças de P&D entre as indústrias e definem três fatores que explicam estas diferenças. O primeiro fator reside na estrutura de mercado e tamanho da firma, considerado um argumento fraco e refutável facilmente. O segundo fator reside no tamanho do mercado e crescimento da demanda. O terceiro fator está na apropriabilidade do conhecimento científico, que depende: i) do avanço do conhecimento científico; ii) dos avanços originados fora da indústria; e iii) *feedback* da tecnologia.

Os fatores destacados por Klevorick *et alli* (1995) dependem diretamente da estrutura organizacional da empresa no processo de inovação. O papel da inovação organizacional no processo de inovação da empresa é destacado por Lam (2004).

Para o autor a inovação organizacional é um pré-requisito para a inovação tecnológica. Ela se relaciona com fatores endógenos da empresa, como valores, capacidade de aprendizado, interesses e poder de mudança para adaptações tecnológicas. Todavia, apenas a presença de inovações organizacionais não garante que a empresa desenvolverá produtos ou processos inovadores, traduzindo-se como uma condição necessária, mas não suficiente para desenvolver a inovação na empresa. A inovação organizacional mostra que a empresa necessita possuir um formato para se comunicar com as instituições e formar o capital social necessário para a absorção de conhecimento tecnológico e o desenvolvimento de inovações.

Por fim, Martine e Scott (2000) discutem o papel do suporte público para a inovação. O governo por meio de políticas públicas encoraja a formação de pesquisas relevantes nas universidades; promove a troca de informações entre a indústria e a academia; assiste a comercialização e marketing; socializa os profissionais de tecnologia e promove a difusão tecnológica<sup>115</sup>. Nelson (2006) apresenta a empresa como uma organização, para o autor, ela necessita desenvolver competências que estabeleçam canais de comunicação e captação de conhecimento com as instituições. O resultado verificado diz respeito a diferenças de acesso a tecnologia por parte das empresas (organizações).

Nelson (2006) é enfático em afirmar que a produtividade da empresa não depende apenas do volume de fatores empregados. A organização interna das competências da empresa inovadora e externa da mesma com o ambiente estabelecem a forma de acesso ao conhecimento tecnológico. Para o autor:

(...) a dispersão transversal atual entre as empresas, sua amplitude e sua durabilidade esperada, deveriam ser reconhecidas como um elemento essencial do processo de crescimento da produtividade, mesmo se não houvesse qualquer exigência rígida de 'incorporação'. Nesse caso, não se poderia esperar que todas as firmas tivessem a mesma função de produção, incluindo-se ou não os efeitos do tempo de uso dos equipamentos. Algumas das variações não explicadas pelas variáveis ortodoxas podem ser tratadas como ruídos aleatórios. Mas algumas dessas variações certamente refletem o fato de algumas empresas terem, sistematicamente, avançado em relação a seus competidores. A organização interna ou os gastos com P&D de uma firma poderão então ser sistematicamente relacionados à média de sua liderança tecnológica, ou do seu atraso, em relação ao ramo em que atua. Essa parte da variação seguramente não deve ser tratada como um ruído aleatório. É ela que leva ao processo de crescimento (NELSON, 2006, p. 57).

---

<sup>115</sup> O papel do governo no processo de inovação pode ser analisado nos estudos de Kim (2005).

Em outras palavras, as empresas são vistas como organizações com características próprias que geram ferramentas de interação com o ambiente para absorver conhecimento e desenvolver inovações nas suas rotinas organizacionais. A mudança causada pela introdução de uma inovação depende de mudanças (inovações) organizacionais. A heterogeneidade das empresas nasce das suas próprias decisões relacionadas à estratégia de inovação. Desta forma, a análise das características da empresa é complexa, pois deve considerar como o capital social é formado (amplitude e durabilidade das parcerias de cooperação) com as instituições e demais atores importantes do processo de inovação.

Como enfatizado anteriormente, as diferenças entre empresas podem ser um reflexo das diferenças entre indústrias. Malerba (2006) sintetiza o programa de pesquisa schumpeteriano em relação às diferenças setoriais no processo de desenvolvimento de inovações. Para o autor tais diferenças setoriais advêm de:

- Heterogeneidade das empresas, o aprendizado e a capacidade cognitiva são diferentes;
- Contribuição dos atores públicos e agentes financeiros;
- Papel das instituições;
- Indústrias como sistemas;
- Indústrias seguem uma dinâmica de inovação específica;

Dois níveis de investigação da inovação sistêmica são destacados aqui. O primeiro nível é o da firma, vista como uma organização que se comunica com o ambiente externo com o objetivo de absorver conhecimento tecnológico para inovar<sup>116</sup>. O segundo nível é o da indústria, vista como um sistema que combina diversos atores envolvidos com a trajetória de evolução da tecnologia utilizada, bem como a disponibilidade da estrutura (localização, concentração, entre outros fatores), instituições e capital social presentes em cada tipo de indústria.

A definição de um modelo econômico de análise empírica do processo de inovação será apresentada na próxima seção.

---

<sup>116</sup> Este ponto também mostra que a esfera microeconômica de investigação do processo de inovação na teoria schumpeteriana é ampla e complexa. A análise apenas dos fatores de produção empregados esconde o esforço interno requerido para uma empresa inovar que passa pela relação da mesma com o ambiente externo.

#### 4. O MODELO DE DIFERENÇAS DE PRODUTIVIDADE ENTRE OS SETORES

Partindo-se da função de produção do modelo de Solow<sup>117</sup>, tem-se o produto ( $Y$ ) como dependente do capital físico ( $K$ ), do trabalho ( $L$ ) e da tecnologia ( $A$ ):

$$Y = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

Onde  $0 < \alpha < 1$ . Isolando-se o termo  $A$ , denominado de produtividade total dos fatores (PTF), tem-se:

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + (1 - \alpha) \ln L \quad (2)$$

$$\ln A = \ln Y - \alpha \ln K - (1 - \alpha) \ln L \quad (3)$$

A produtividade total dos fatores ( $A$ ) é a diferença (em logaritmo) do produto e dos fatores capital e trabalho, também chamado de resíduo de Solow (por ser a parte não explicada do produto pelos fatores de produção).

Introduzindo-se o capital humano, conforme os modelos de crescimento endógeno<sup>118</sup>, tem-se:

$$Y = AK^\alpha H^\beta L^{1-\alpha-\beta} \quad (4)$$

Isolando-se a PTF (em log):

$$\ln Y = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln H + (1 - \alpha - \beta) \ln L \quad (5)$$

$$\ln A = \ln Y - \alpha \ln K - \beta \ln H - (1 - \alpha - \beta) \ln L \quad (6)$$

A PTF mede a diferença entre o produto e os fatores empregados (trabalho, capital físico e humano).

A utilização das equações (3) e (6) não condizem com a teoria schumpeteriana por três razões. A primeira é o nível de investigação utilizado. As equações (3) e (6) são analisadas para países (nível macroeconômico) ou para setores (nível mesoeconômico). Todavia, a decisão de inovar e o impacto na produtividade estão na esfera microeconômica da empresa.

Em segundo lugar, as equações (3) e (6) não apresentam todas as competências da empresa identificadas na teoria schumpeteriana. Variáveis como o produto da inovação, os gastos em P&D, ou a função de conhecimento da empresa

---

<sup>117</sup> Ver Romer, (2001).

<sup>118</sup> Ver Mankiw *et alli* (1992).

que vai além do capital humano, são elementos importantes no processo de inovação e determinam a evolução da produtividade da empresa.

Em terceiro lugar, estas equações não mostram o efeito do ambiente sobre a produtividade da empresa. Conforme Nelson (2006), estes efeitos podem ser considerados como exógenos, todavia, sabe-se que os mesmos são importantes e fazem parte da estrutura do processo de inovação e afetam diretamente e de maneira sistemática a produtividade da empresa. Desta forma, os elementos externos ligados às características setoriais (da indústria), da localização da empresa e da relação da mesma com as instituições devem ser considerados na análise da produtividade da empresa.

O cálculo da produtividade total dos fatores (PTF) como forma de se analisar o progresso tecnológico da economia ainda é criticado nas teorias não ortodoxas, como argumentam Felipe e McCombie (2007), nas palavras dos autores:

A number of authors during the last decade have advocated models that allow for differences in technology across countries in order to explain differences in income per capita. This is because estimated level of TFP across countries display substantial variations. (...) the procedure used to estimate TFP is tautological. Thus, asking whether a theory of TFP is needed begs the question. (...) the concepts of TFP and aggregate production functions serve more to obfuscate than to illuminate the important problem of 'why growth rates differ' (FELIPE e MCCOMBIE, 2007, p. 224).

A crítica do uso da PTF como determinante do progresso tecnológico de forma agregada é amenizada por meio da utilização de dados setoriais. O estudo da OCDE (2001) avança nesta direção e mostra a contribuição setorial da produtividade e não mais o cálculo da PTF agregada para toda a economia.

Neste sentido, quanto mais desagregado o cálculo da PTF, mais consistente o seu resultado, na medida em que os fatores medidos são mais homogêneos e permitem comparações mais precisas. A análise setorial evita o erro de se medir uma produtividade média na economia que não reflete a heterogeneidade microeconômica dos fatores empregados na atividade econômica.

O emprego de microdados em modelos econométricos permite um avanço ainda maior. Pode-se calcular a PTF por empresa, agregada por setor (ou subsetores) da economia, conforme o nível de homogeneidade que se queira dar ao estudo.



O grande empecilho do uso da PTF, como mostrado na crítica de Felipe e McCombie (2007), é a tautologia presente no modelo (neoclássico). A determinação da PTF não explica a sua origem que reside no ganho de eficiência da atividade econômica, ou no aumento do uso dos fatores. Hulten (2000) apresenta as principais conclusões referentes à análise da produtividade no resíduo de Solow. Estas conclusões são apresentadas no quadro 1.

#### QUADRO 1: CARACTERÍSTICAS DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES (RESÍDUO)

1. O resíduo captura as mudanças no volume do produto que pode ser produzido por uma dada quantidade de insumos. Intuitivamente, ele mede a mudança na função de produção.
2. Muitos fatores podem causar esta mudança: inovação tecnológica, organizacional e mudança institucional, mudanças em atitudes sociais, flutuações na demanda, mudanças em margem de fatores, variáveis omitidas e erros de mensuração. O resíduo não necessariamente é igual a mudança técnica, mas frequentemente é.
3. A extensão que a produtividade é afetada pela inovação é parte da mudança técnica que ele captura. Este 'maná do paraíso' pode refletir o efeito de transbordamento entre projetos de pesquisa, ou pode simplesmente refletir inspiração e ingenuidade.
4. O resíduo é um índice não paramétrico que estima um parâmetro de tamanho da estrutura de produção. Ele realiza esta estimativa usando preços para determinar o produto marginal.
5. Os vários fatores compreendidos na PTF não são mensurados diretamente, mas agrupadas juntas como um resíduo 'left over'. Ele não pode ser tirado da estrutura da PTF, e isto é a famosa frase de 'medida da nossa ignorância'.
6. O índice deve apresentar dependência estrutural de acordo com o pressuposto de unicidade. A contraparte de tempo discreto do índice, a aproximação de Tornqvist, é um número índice exato subjacente à função de produção subentendida na forma translog. O problema da dependência estrutural é um problema de unicidade e não é um problema da medida enviesada.
7. As condições de dependência estrutural são: 1) a existência de uma função de produção subjacente e 2) produtividade marginal precificada. Retornos constantes de escala e a neutralidade de Hicks não são condições absolutamente necessárias, porém, elas são usualmente assumidas para conveniência da medida.
8. Quando os vários pressupostos são encontrados, o resíduo é uma medida válida de mudança da função de produção. Entretanto, ele geralmente subestima a importância da mudança de produtividade no estímulo do crescimento do produto porque a mudança na função geralmente induz a movimentos adicionais ao longo da função quando o capital aumenta.
9. O resíduo é a medida da mudança no lado da oferta restringida pelo aumento de bem-estar, mas ele não é destinado a medir diretamente este ganho. Confundir os dois é confundir a restrição com o objetivo da função.

FONTE: Tradução livre de Hulten (2000).

Antes da construção de um modelo de PTF que incorpore as características da empresa inovadora, deve-se analisar se a PTF varia por setor na indústria brasileira. Caso a PTF apresente uma uniformidade entre os setores industriais analisados, o trabalho de desagregar a produtividade pelo nível da firma perde o

sentido<sup>119</sup>. Se por outro lado, as diferenças setoriais da produtividade forem verificadas na indústria brasileira, o modelo da análise da PTF na esfera microeconômica pode incorporar os fatores que determinam as diferenças de produtividade na indústria, como a localização, as características estruturais do setor e as instituições. Estas diferenças setoriais na produtividade impactam a heterogeneidade da produtividade nas empresas. Como apontado por Hulten (2000) o objetivo da função de produção que gera a medida de produtividade não deve ser confundido com as características da empresa, mas sim explicado por meio das mesmas.

Apesar da relação entre a PTF e as características microeconômicas da empresa, ainda existe o desafio de medir as características externas relacionadas com o processo de inovação e ao ganho de produtividade. Neste sentido, o modelo de regressão multinível pode facilitar esta análise. Ele capta diferenças de agrupamentos sobre o comportamento dos indivíduos. Como a relação entre a produtividade e o progresso tecnológico é estreita, mas não é a única explicação para o aumento da produtividade na economia, torna-se necessário explicar a causa da variação da produtividade dos indivíduos a partir de características próprias do grupo no qual a empresa pertence. O agrupamento utilizado é justamente o setor econômico ou indústria, conforme a classificação da CNAE 1.0<sup>120</sup>.

Antes da estimativa do modelo propriamente dito, verificou-se a inexistência da variável produtividade (mesmo a PTF) no banco de dados utilizado. Desta forma, o primeiro passo do modelo empírico aqui apresentado é de desenvolver uma estimativa da produtividade. A estimativa da PTF apresenta diversas alternativas empíricas na literatura econômica. Todavia, a estimativa da PTF pelo resíduo de Abramovitz, conforme Antonelli (2003), amplia a explicação do modelo multinível utilizado.

O resíduo de Abramovitz pode ser determinado da seguinte forma:

$$PTF = dy - \left( \frac{dy}{dk} \right) dK - \left( \frac{dy}{dl} \right) dL \quad (7)$$

<sup>119</sup> A utilização de micro-dados continuaria ainda assim importante, apesar do agrupamento por setor das empresas, pois ela permite a inclusão das características da empresa na explicação da PTF.

<sup>120</sup> Classificação Nacional de Atividades Econômicas do IBGE.

Onde  $dy$  é a variação do produto. As derivadas  $\left(\frac{dy}{dk}\right)$  e  $\left(\frac{dy}{dl}\right)$  indicam a variação do investimento (variação de capital na empresa) e do emprego no produto. Já  $dK$  e  $dL$  são as elasticidades do capital e do trabalho no produto, relacionadas com a participação do lucro e dos salários no produto.

A vantagem do emprego da estimativa da PTF em (7) consiste na relação entre o investimento como fator de explicação da variação do capital no produto, visto que a estatística produtiva industrial presente na PIA não apresenta um valor específico para o capital.

Como a produtividade calculada em (7) é uma diferencial, ela reflete a variação dos fatores empregados de um ano para outro. Esta característica permite a determinação da origem da produtividade por meio de variáveis específicas da empresa, setoriais e institucionais presentes no ano inicial. Como as variáveis ligadas à explicação da inovação e das instituições necessárias para o progresso técnico estão no estudo da PINTEC, com três séries de dados (2000, 2003 e 2005), a PTF pode ser calculada nestes anos em função dos seus respectivos anos anteriores. O ano de 2005 foi selecionado para ser objeto deste estudo por ser o último ano disponível e pelo grau de novidade da metodologia do modelo de regressão aplicado, estudos futuros podem expandir a análise para os demais anos.

## 5. O MODELO DE REGRESSÃO MULTINÍVEL PARA ESTIMATIVA DA PTF

O modelo de regressão multinível, segundo Hsiao (2003), pode responder aos problemas de estimativas *cross-section* para a análise de diferenças individuais ou intertemporais que conduzam à indeterminação dos parâmetros. Segundo o autor, outra solução seria a introdução de variáveis *dummies* que captassem estas diferenças. Todavia, a utilização de variáveis *dummies* não responde ao problema de estimativa do modelo se as diferenças encontradas estiverem presentes entre agrupamentos da população estudada e não explica as diferenças entre os grupos sobre o comportamento dos indivíduos.

Estas são justamente as vantagens da utilização do modelo multinível: determinar as diferenças entre grupos e a sensibilidade destas diferenças no

comportamento dos indivíduos nos diferentes agrupamentos. Em outras palavras, se as elasticidades entre os grupos são diferentes, o modelo multinível pode responder bem a estimativas destas diferenças e suas interrelações na população estudada.

Raudenbush e Bryk (2002) apresentam o modelo multinível de dois níveis que será o foco deste trabalho. Já Hsiao (2003) apresenta um modelo multinível de três níveis, a diferença está na capacidade do terceiro nível captar a evolução dos grupos no tempo. A utilização do modelo de três níveis fica comprometida em função da disponibilidade dos dados para apenas três anos, não formando uma série temporal consistente.

Considerando-se o modelo multinível com dois níveis, parte-se da determinação dos efeitos fixos do primeiro nível. Os parâmetros significativos estatisticamente no primeiro nível serão explicados no segundo nível.

O primeiro nível é composto pela variável dependente produtividade total dos fatores ( $Y_{ij}$ ), onde  $i$  representa o indivíduo ( $i = 1, 2, 3 \dots n_j$ ) e  $j$  o setor industrial ao qual a empresa  $i$  pertence ( $j = 1, 2, 3 \dots J$ ). A variável dependente pode ser explicada apenas como função da um efeito fixo ( $\beta_{0j}$ ) e outro aleatório ( $r_{ij}$ ), definidos como:

$$Y_{ij} = \beta_{0j} + r_{ij} \quad (8)$$

O efeito fixo ( $\beta_{0j}$ ) capta a média do setor  $j$  ao qual a empresa  $i$  pertence. Já o efeito aleatório ( $r_{ij}$ ) capta os efeitos fora do setor de controle  $j$ , ou seja, a média geral de todos os setores industriais analisados ( $J$ ) e que corresponde à média da indústria brasileira. Desta forma, a estimativa será:

$$\bar{Y}_{.j} = \beta_{0j} + \bar{r}_{.j} \quad (9)$$

Onde:

$$\bar{r}_{.j} = \sum_{i=1}^{n_j} \frac{r_{ij}}{n_j} \quad (10)$$

A equação (8) mostra que a PTF média da empresa ( $\bar{Y}_{.j}$ ) é função da média do grupo ( $\beta_{0j}$ ) e do efeito aleatório que capta a influência dos demais setores no desempenho da empresa no seu setor  $j$ .

Define-se o segundo nível como os componentes do efeito fixo de (9) como:

$$\beta_{oj} = \gamma_{00} + u_{oj} \quad (11)$$

O efeito fixo do primeiro nível ( $\beta_{0j}$ ) é função de um efeito fixo do seu setor (sua média -  $\gamma_{00}$ ), que apresenta sua variância como  $\tau_{00}$ .

Nas duas equações assume-se que os erros apresentam distribuição normal com média zero, ou seja,  $r_{ij} \sim N(0, \sigma^2)$  e  $u_{oj} \sim N(0, \sigma^2)$ .

Substituindo (11) em (9), tem-se:

$$\bar{Y}_{.j} = \gamma_{00} + u_{oj} + \bar{r}_{.j} \quad (12)$$

Desta forma, a variância de  $\bar{Y}_{.j}$  possui dois componentes:

$$Var(\bar{Y}_{.j}) = Var(u_{oj}) + Var(\bar{r}_{.j}) \quad (13)$$

Hsiao (2003) comenta que os modelos multiníveis podem ser trabalhados de duas maneiras: com médias<sup>121</sup> ou com coeficientes específicos que variam.

A equação (13) mostra que uma estimativa por MQO será ineficiente para um modelo multinível com distribuição desigual das observações entre os grupos. Todavia, além da estimativa por mínimos quadrados generalizados, o modelo pode ser estimado por máxima verossimilhança (*maximum likelihood*).

As variáveis selecionadas<sup>122</sup> para estimar o modelo foram:

$$PTF_{ijt} = \alpha_1 + \alpha_2 \mathbf{L} + \alpha_3 \mathbf{I} + \alpha_4 \mathbf{PeD} + \alpha_5 \mathbf{E} + \alpha_6 \mathbf{CE} + \xi_{ijt} \quad (14)$$

Onde  $PTF_{ijt}$  é a produtividade total dos fatores da empresa  $i$ , do setor  $j$ .  $\mathbf{L}$  é o vetor com as características do capital humano da empresa,  $\mathbf{I}$  é o vetor de investimento em capital físico da empresa,  $\mathbf{PeD}$  é o vetor com as variáveis de pesquisa e desenvolvimento,  $\mathbf{E}$  é o vetor com as variáveis de escala<sup>123</sup> e  $\mathbf{CE}$  é o vetor do comércio exterior da empresa. A equação (14) ainda possui um coeficiente linear ( $\alpha_1$ ) que capta o efeito das variáveis setoriais e macroeconômicas sobre a produtividade da empresa e o ruído  $\xi_{ijt}$ .

<sup>121</sup> O modelo aqui utilizado é do primeiro tipo. Hsiao (2003) indica que modelos econômicos de crescimento utilizam a metodologia das médias, pois a taxa de crescimento depende de um valor inicial no tempo, desta forma, o crescimento é visto como um desvio da média inicial.

<sup>122</sup> Em relação à metodologia e justificativa da escolha das variáveis, ver o capítulo anterior.

<sup>123</sup> As variáveis de escala introduzidas no modelo tem por objetivo amenizarem o problema teórico de se assumir retornos constantes de escala na estimativa da PTF.

Os vetores que determinam à produtividade da empresa são definidos da seguinte forma:

**L** =  $f$  (percentual de trabalhadores de nível superior, experiência, experiência no setor, escolaridade média, rendimento).

**I** =  $f$  (turnover de capital).

**PeD** =  $f$  (mão-de-obra dedicada à inovação, patentes).

**E** =  $f$  (market share – receita e número de empregados, número de empregados).

**CE** =  $f$  (percentual de insumos do comércio internacional, valor exportado, valor importado).

O termo independente de (14) capta as influências do conjunto de variáveis setoriais e institucionais para inovação sobre a produtividade da empresa. Ele pode ser definido como:

$$\alpha_{0j} = \beta_0 + \sum_{i=1}^S \beta_s Z_{sj} + \tau_j \quad (15)$$

Onde  $\beta_0$  é o termo independente e  $\mu_{jt}$  o ruído.  $Z_{sj}$  representa as variáveis setoriais e institucionais que captam o comportamento sistêmico da inovação e interagem com as competências da empresa, na medida em que explica a evolução da sua produtividade.

A discussão do capítulo anterior mostrou que as variáveis que influenciam o processo de inovação sistêmica no modelo de regressão multinível<sup>124</sup>. Como o estudo mostrou que as variáveis sistêmicas, derivadas da PINTEC, possuem heterocedasticidade, a estimativa foi realizada para cada variável em (15) de maneira isolada. Com o objetivo de se discutir a viabilidade e a análise do modelo proposto, a estimativa do modelo com a variável ‘inovação em produto’ em (15) é apresentada, as demais variáveis de controle setorial.

<sup>124</sup> As referidas variáveis são: aglomeração, HHI, cooperação no setor, apoio do governo, destino externo de vendas, presença de capital estrangeiro no setor, formação básica para inovação (profissões dedicadas à inovação), fontes de financiamento público, educação para a inovação (universidades, centros de pesquisa, ensaio e teste), inovação em produto, inovação em processo, inovação organizacional.

## 6. RESULTADOS

A equação (14) foi estimada com os microdados da base IPEA/IBGE. As variáveis de competências para inovação da empresa consideradas formaram o seguinte modelo:<sup>125</sup>

$$PTF_{ij} = \alpha_0 + \alpha_1 PO3 + \alpha_2 Rme + \alpha_3 TEm e + \alpha_4 TESme + \alpha_5 Exp + \alpha_6 MOinov + \alpha_7 NPedidos + \alpha_8 Share + \alpha_9 Share receita + \alpha_{10} Contratos + \alpha_{11} VX + \alpha_{12} VI + \alpha_{13} \% Insumos Int + \alpha_{14} turnover + e_{ij} \quad (16)$$

Os resultados obtidos na estimativa de (16) são apresentados na tabela 1 a seguir.

TABELA 1: RESULTADOS DA ESTIMATIVA DOS EFEITOS FIXOS DO PRIMEIRO NÍVEL

Variável	Estimativa	Desvio padrão	Estatística t	Probabilidade p
Intercepto	4374488	845294	5.18	<.0001
Percentual de MO com 3º	-63163	11488	-5.50	<.0001
Renda média	-4199.43	1333.66	-3.15	0.0016
Tempo de emprego médio	-83276	36689	-2.27	0.0232
Tempo de estudo médio	1517495	720916	2.10	0.0353
Experiência média	576563	273520	2.11	0.0351
Mão-de-obra inovadora	1104337	35880	30.78	<.0001
Número de pedidos	1221765	81187	15.05	<.0001
Share	-1,09E+11	57253332	-1.90	0.0575
Share receita	-7,18E+11	45752467	-15.70	<.0001
Contratos	9112.79	1528.66	5.96	<.0001
Valor exportado	-0.00395	0.01850	-0.21	0.8309
Valor importado	13.797	0.03175	43.45	<.0001
Percentual de insumos internacionais	-336793	52556	-6.41	<.0001
Turnover	20881	186859	0.11	0.9110

FONTE: O autor a partir dos dados do IBGE.

O termo independente, significativo e positivo, é a PTF média do setor, o que significa que os setores impactam positivamente a produtividade das empresas (como um efeito de *animal spirit*). Os resultados não significativos são interpretados como não diferentes da média setorial, os resultados significativos apresentam desvios na PTF das empresas no seu setor e podem ser positivos (a PTF das empresas do setor considerado está acima da PTF média da indústria) ou negativos (a PTF das empresas do setor considerado está abaixo da PTF média da indústria).

<sup>125</sup> A definição das variáveis pode ser conferida no anexo A.

Os valores apurados mostram que o a valor exportado<sup>126</sup> e o *turnover* de capital não são significativos. Desta forma, estas variáveis afetam a PTF das empresas (negativa e positivamente respectivamente) de forma igual à média setorial, o que significa que as mesmas não explicam oscilações (diferenças) na PTF das empresas acima ou abaixo da PTF média do setor.

As variáveis que apresentaram sinal negativo foram: o percentual de mão-de-obra com terceiro grau, a renda média e o tempo de emprego médio do trabalhador na empresa, a participação da empresa no mercado (*market share*) e o percentual de insumos importados. Estas variáveis contribuem para a explicação da PTF das empresas em cada setor industrial brasileiro, todavia, a contribuição das mesmas ficou abaixo da média do setor *j* ao qual a empresa *i* pertence (mensurada no termo independente).

O resultado negativo no impacto da PTF destas variáveis pode ser explicado em função de diferenças intra e entre setores. A diferença entre setores é originada pelo menor impacto destas variáveis na PTF média da indústria, considerando-se o impacto das demais variáveis do modelo. A diferença intra setores é originada pelo menor impacto destas variáveis na PTF do setor em relação ao impacto das demais variáveis na PTF média do setor considerado. Enquanto a diferença entre setores aponta para o impacto de variáveis macroeconômicas que não estão explícitas ainda no modelo, a diferença intra setores aponta para diferenças de produtividade entre as empresas do mesmo setor em função de características mesoeconômicas (que é o objetivo deste exercício econométrico). O exercício desenvolvido neste trabalho busca confirmar a origem das diferenças de produtividade entre as empresas em relação às competências para inovar das empresas causadas por fatores externos à empresa e que pertencem ao ambiente mesoeconômico e institucional relevantes para o processo de inovação e ganhos de produtividade.

As variáveis significativas e com impacto positivo sobre a PTF das empresas por setor são: a escolaridade, experiência do trabalhador (no setor), presença de

---

<sup>126</sup> Em relação ao resultado não significativo do valor exportado, o sinal negativo mostra que o impacto sobre a produtividade é abaixo da média setorial para as empresas industriais brasileiras. Araújo (2006) mostra que as empresas industriais apresentam ganhos anteriores (*ex antes*) de produtividade (relacionada com a inovação), para depois aumentarem as exportações. A literatura econômica, ver Greenaway e Kneller (2007), denomina este efeito de aprendizado por exportações (*learning by exporting*) e confirma a hipótese de que os ganhos de produtividade caem com o aumento das exportações no tempo.



mão-de-obra inovadora, patentes, tamanho da empresa e importação. Este grupo de variáveis explicou a formação de ganhos de produtividade nas empresas acima da média do setor.

Percebe-se que simples busca de capital humano não aumenta tanto a PTF das empresas como à introdução de capital humano para inovação. A busca por mão-de-obra inovadora e não apenas mais mão-de-obra com ensino superior, rendimento maior e mais experiência na empresa, é que impacta mais a produtividade da empresa. As empresas que importam mais (em valor) experimentam ganhos de produtividade acima da importação de insumos, certamente em função de poucas empresas importam insumos.

A baixa explicação do capital humano na produtividade da empresa é condizente com os resultados de Landesmann e Stehrer (2007). Os autores mostram que na América Latina, a distribuição da remuneração dos trabalhadores com a introdução de inovações piora e não converge entre os setores de alta e baixa tecnologia, conforme apontam os resultados apurados nos países desenvolvidos e do Leste Asiático. Desta forma, a relação negativa encontrada entre a produtividade e a formação de capital humano (tempo de emprego na empresa, mais trabalhadores com ensino superior, renda maior) mostra que, na média, muitas empresas apresentam baixo rendimento com a introdução de inovações e melhoria do capital humano (o que pode ser passageiro e conduz ao aumento por aprendizado). Em outras palavras, percebe-se a existência de diferenças microeconômicas nas competências para inovação sobre os ganhos de produtividade nas empresas.

Em relação à experiência, percebe-se que a experiência na empresa gera menos ganhos de produtividade em relação à experiência no setor (em outras empresas). Este resultado mostra que as empresas tendem a buscar mão-de-obra qualificada no mercado mais do que investir na qualificação de seus trabalhadores. O que mostra a falta de instituições que protejam as empresas de oportunismo de apropriação dos seus investimentos em qualificação do capital humano, o que conduz ao ganho de produtividade (nesta variável) mais relevante no setor em relação ao desenvolvimento interno da competência na empresa.

A equação do segundo nível (15) considerada na estimativa permite explorar como os ganhos de produtividade externos (no setor) são explicados pela inovação

em produto no setor. A inovação em produto no setor depende da presença de instituições, como o governo, universidades, além da interação da empresa inovadora com outras empresas, fornecedores, distribuidores, etc. A equação a ser estimada para o segundo nível é:

$$\alpha_{.j} = \beta_0 + \beta_1 Ino\ prod + e_j \quad (16)$$

Onde  $\alpha_{0ij}$  é o coeficiente linear estimado em (15). Substituindo-se as equações (16) em (14) obtêm-se a regressão multinível de dois níveis em uma única equação. A construção do cálculo é mostrada no anexo B, o resultado final será a estimativa da seguinte regressão:

$$\underbrace{PTF_{ij}}_{\text{PTF da empresa}} = \underbrace{\beta_0}_{\text{PTF média do setor}} + \underbrace{\beta_0 \mathbf{X}_{sij}}_{\text{efeito fixo da empresa}} + \underbrace{\beta_1 Ino\ prod + \beta_1 Ino\ prod \mathbf{X}_{sij}}_{\text{efeito fixo do setor}} + \underbrace{e_j \mathbf{X}_{sij}}_{\text{efeito aleatório}} + \underbrace{r_j}_{\text{erro total}} \quad (17)$$

Onde a produtividade total dos fatores da empresa  $i$  do setor  $j$  ( $PTF_{ij}$ ) é determinada por um coeficiente linear que agrega a produtividade total dos fatores média do setor  $j$ , mais as variáveis fixas da empresa, as variáveis fixas da empresa multiplicadas pela variável de controle do setor (inovação em produto) e as mesmas variáveis da empresa multiplicadas pelo ruído do setor.

De forma geral a equação (17) pode ser visualizada em três componentes: um efeito fixo da empresa (primeiro nível), um efeito fixo da empresa em razão da variável de controle setorial (segundo nível) e um efeito aleatório do controle setorial em relação as variáveis fixas da empresa por setor. Os resultados são apresentados na tabela 2.

TABELA 2: RESULTADOS DA REGRESSÃO DA PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES DAS EMPRESAS INDUSTRIAIS BRASILEIRAS EM DOIS NÍVEIS

Variável	Estimativa	t	p
Percentual de trabalhadores com ensino superior	-96685	-4.76	<.0001
Renda média do trabalhador	31102	12.69	<.0001
Tempo de emprego médio do trabalhador	-180851	-2.78	0.0055
Tempo de estudo médio do trabalhador	-3565841	-2.87	0.0041
Experiência do trabalhador	-479255	-1.01	0.3131
Mão-de-obra dedicada à inovação	-934803	-12.45	<.0001
Número de pedidos	1090004	6.62	<.0001
Share	99001114	1.42	0.1563
Share receita	683539815	10.78	<.0001
Contratos – número de empregados	471.315.191	1.39	0.1651
Valor das exportações	0.70348	21.51	<.0001

Valor das importações	-209.545	-23.73	<.0001
Percentual de insumos internacionais	187772	1.98	0.0479
Turnover	-87257	-0.20	0.8415
Inovação em produto	5033511	1.57	0.1170
Percentual de MO com 3º * Inovação em produto	-217299	-3.26	0.0011
Renda média* Inovação em produto	-102467	-14.24	<.0001
Tempo de emprego médio* Inovação em produto	671894	2.76	0.0059
Tempo de estudo médio* Inovação em produto	17152108	3.35	0.0008
Experiência* Inovação em produto	1299569	0.66	0.5089
MO inovadora* Inovação em produto	6096515	33.04	<.0001
Número de pedidos* Inovação em produto	-1780638	-3.26	0.0011
Share* Inovação em produto	195471311	0.87	0.3845
Share receita* Inovação em produto	-	-12.32	<.0001
	2421054910		
Contratos* Inovação em produto	23283	1.57	0.1156
Valor exportado* Inovação em produto	-148.718	-12.71	<.0001
Valor importado* Inovação em produto	540.728	30.57	<.0001
Percentual de insumos Int* Inovação em produto	-483132	-1.68	0.0927
Turnover* Inovação em produto	382039	0.24	0.8080
R <sup>2</sup>	0,8326		
R <sup>2</sup> ajustado	0,8329		
Número de observações	25677		
Número de observações usadas	15144		
Observações perdidas	10533		
F	2597,65		<.0001

FONTE: O autor com os microdados do IBGE com base na equação (70).

\*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\*  $0.001 < p < 0.05$ ; \*  $0.05 < p < 0.1$

Os resultados da tabela 1 mostram que a PTF das empresas pode ser explicada pela influência setorial (já que no segundo nível as competências da empresa são determinadas pelo parâmetro do setor e não mais da empresa) e pela inovação em produto no setor que explicam as competências individuais das mesmas.

Em relação ao comportamento das variáveis percebe-se que o *turnover* permaneceu não significativo para a empresa, na relação do setor com a empresa e com relação ao impacto da inovação em produto do setor na empresa. Desta forma, percebe-se que o aumento do investimento em bens de capital na empresa não está relacionado com a sua produtividade no mesmo ano. Tal fato pode ocorrer pelo impacto mais longo e não de curto prazo dos investimentos sobre os ganhos de produtividade na empresa.

A experiência do trabalhador no setor, a margem de *market share* (pelo volume total de emprego no setor) e o tamanho da empresa (medido pelo número de empregos) não foram significativos em relação ao controle setorial e a inovação em

produto no setor. Estas variáveis foram significativas na explicação da PTF na esfera da empresa. Percebe-se que o tamanho da empresa e a experiência do setor são importantes explicações de variação da produtividade na empresa, as diferenças entre os setores não explicam ganhos ou perdas de produtividade nas empresas industriais brasileiras no ano de 2005 em relação a estas competências.

Desta forma, percebe-se que o tamanho da empresa que influencia a sua produtividade é em proporcional ao setor. O aumento do tamanho da empresa não explica ganhos adicionais de produtividade para além dos ganhos de outros setores, o que dá um limite à idéia de que a concentração do setor conduz ao aumento da inovação e da produtividade. Este fato é verdadeiro, todavia, restrito a estrutura e a capacidade de inovação do setor verificadas na evolução das trajetórias tecnológicas.

Os valores exportado e importado apresentaram sinais simetricamente invertidos nas estimativas. Na esfera individual da empresa em relação ao setor, as importações determinam ganhos adicionais de produtividade, enquanto que as exportações apresentaram ganhos de PTF abaixo da média setorial. Em relação à inovação em produto no setor, esta relação permaneceu inalterada. Em relação à influência do setor nas competências da empresa, o impacto das exportações determinou ganhos adicionais de produtividade dos setores em relação à indústria, enquanto que as importações apresentaram ganhos abaixo da média da indústria. Este comportamento mostra que as importações impactam mais a produtividade no nível da empresa. Já as exportações determinam ganhos de produtividade acima do ganho médio da indústria, o que mostra que a exportação não é uma competência generalizada de ganhos de PTF para todas as empresas, pois estes ganhos se restringem mais a determinados setores com tradição de exportação.

Analisando-se o comportamento da participação dos insumos internacionais na produtividade das empresas industriais brasileiras, verifica-se que esta variável se comporta de forma idêntica ao valor exportado, com os mesmos sinais significativos. Conclui-se que a participação de insumos internacionais na produtividade das empresas industriais depende do setor em questão.

O número de pedidos de patentes mostra ganhos de produtividade acima da média na empresa em relação ao setor e nos setores em relação à indústria<sup>127</sup>. Já o impacto da inovação em produto nos setores determina ganhos de PTF abaixo da média da indústria. Percebe-se que o aumento do número de patentes não está associado ao ganho de produtividade nas mesmas acima da média. Todavia, este ganho é causado por variáveis setoriais e não pela inovação em produto.

Em relação à mão-de-obra dedicada à inovação, os ganhos de PTF estão inseridos na empresa e na inovação de produto dos setores. A influência setorial sobre os ganhos de produtividade da empresa em relação à sua mão-de-obra inovadora ficou abaixo da média setorial.

O capital humano apresentou resultados diferentes entre as variáveis analisadas. No geral, as variáveis apresentaram ganhos de produtividade abaixo da média. Apenas o tempo de emprego na empresa e a escolaridade apresentaram ganhos adicionais de produtividade relacionados à presença de inovação em produto no setor, o que mostra que o aprendizado, seja codificado (presente no maior tempo de estudo), seja o tácito (presente na maior experiência na empresa), é uma importante forma de ganhos de produtividade nas empresas industriais em relação à introdução de inovações em produto. A escolaridade apresentou igualmente ganhos adicionais de PTF nas empresas e a renda apresentou ganhos de PTF relacionados ao setor, desta forma, percebe-se que a remuneração dos trabalhadores aumenta a produtividade em apenas determinados setores.

O comportamento apresentado pela participação da empresa no receita do setor (*share receita*) apresentou o mesmo comportamento setorialista da renda, das exportações e da participação de insumos internacionais na produção das empresas industriais brasileiras no ano de 2005.

Percebe-se que as diferenças setoriais de inovação em produto explicam as diferenças microeconômicas do impacto das competências para inovar nos ganhos de PTF das empresas industriais brasileiras no ano de 2005. Esta conclusão vai ao encontro da hipótese de inovação ser sistêmica e explicada por características setoriais. Nas palavras de Malerba (2002):

---

<sup>127</sup> Este último resultado mostra que existem setores que geram mais patentes do que outros e que auferem ganhos de produtividade acima da média da indústria.

“In a industrial economics, structure is related mainly to the concept of market structure and of vertical integration and diversification. In a sectoral system perspective, on the contrary, structure refers to links among artifacts and to relationships among agents: its is, therefore, for broader than the one based on exchange-competition-command. Thus, we can say that a sectoral system is composed by wels of relationships among heterogeneous agents with differents beliefs, competences and behavior, and that there relationships affect agents actions. They are rather stable over time.” (MALERBA, 2002, p. 256).

O impacto setorial sobre a PTF das empresas e o impacto da inovação em produto sobre esta mesma produtividade é evidente. A questão que emerge é: quais os setores que mais apresentaram ganhos de PTF acima e abaixo da média da indústria e que são identificados na terceira parte da regressão multinível. Os resultados são apresentados na tabela 3.

Os dados da tabela 3 mostram que 19 setores apresentaram ganhos adicionais de produtividade relacionados à inovação em produto no setor. Já 15 setores apresentaram ganhos de produtividade abaixo da média da indústria em relação à presença de inovação em produto no setor. No total, 34 setores apresentaram diferenças de produtividade relacionadas à inovação em produto, o que representa 31,19% dos setores industriais brasileiros considerados nesta pesquisa.

## 7. CONCLUSÃO

A principal conclusão deste estudo é a verificação de que a produtividade total dos fatores pode ser explicada pelas competências empresariais. Tais competências são diferenciadas em função do setor e da presença de inovação em produto no setor.

Algumas competências, como a exportação, a renda do trabalhador, o número de pedidos de patentes, a participação da empresa no mercado (*market share*) e a participação de insumos internacionais na produção da empresa, mostraram-se dependentes do setor para impactar a produtividade das empresas acima da média da indústria.

Outras variáveis, como a presença de mão-de-obra inovadora e a acumulação de conhecimento tácito (na experiência do trabalhador na empresa) e codificado (nos anos de estudo do trabalhador), assim como o valor das

importações, são influenciadas pela presença da inovação em produto no setor na determinação de ganhos adicionais de produtividade nas empresas.

TABELA 3: SETORES COM IMPACTO NA PTF

Setor	Inovação em produto
Extração de minério de ferro	(+) ***
Abate e preparação de produtos de carne e pescado	(+) **
Produção de óleos e gorduras vegetais e animais	(-) ***
Laticínios	(+) **
Moagem, fabricação de produtos amiláceos e de rações balanceadas para animais	(-) *
Fabricação de refino de açúcar	(+) *
Fabricação de bebidas	(+) **
Fabricação de produtos de fumo	(+) ***
Fabricação de celulose e outras pastas para fabricação de papel	(+) ***
Fabricação de artefatos diversos de papel, papelão, cartolina e cartão	(+) **
Edição e impressão	(+) **
Produção de materiais gravados	(+) **
Fabricação de produtos químicos inorgânicos	(-) ***
Fabricação de produtos farmacêuticos	(+) **
Fabricação de defensivos agrícolas	(-) ***
Fabricação de cimento	(-) **
Produção de ferro gusa e ferroligas	(+) **
Siderurgia	(+) **
Fabricação de tubos	(+) **
Metallurgia dos metais não ferrosos	(-) **
Fabricação de tratores e de máquinas e equipamentos para a agricultura, avicultura e obtenção de produtos animais	(-) **
Fabricação de máquinas-ferramenta	(+) **
Fabricação de armas, munições e equipamentos militares	(-) **
Fabricação de máquinas e equipamentos de sistemas eletrônicos para processamento de dados	(-) **
Fabricação de equipamento para distribuição e controle de energia elétrica	(-) **
Fabricação de fios, cabos e condutores elétricos isolados	(+) **
Fabricação de material eletrônico básico	(-) *
Fabricação de aparelhos e equipamentos de telefonia e radiofonia e de transmissores de televisão e rádio	(-) **
Fabricação de máquinas, aparelhos e equipamentos de sistemas eletrônicos dedicados à automação industrial e ao controle de processo produtivo	(-) **
Fabricação de cronômetros e relógios	(+) *
Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	(+) ***
Fabricação de caminhões e ônibus	(-) **
Construção, montagem e reparação de veículos ferroviários	(+) **
Construção, montagem e reparação de aeronaves	(-) ***
Setores significativos	34
positivos	19
negativos	15

FONTE: O autor com os microdados do IBGE.

\*\*\*  $p < 0.001$ ; \*\*  $0.001 < p < 0.05$ ; \*  $0.05 < p < 0.1$

Por outro lado, muitas variáveis explicam a PTF no nível da empresa. Percebe-se desta forma que os três níveis são importantes para explicar como a produtividade da empresa é composta. Se apenas a produtividade fosse calculada, como resíduo, a explicação seria de que ela é a aplicação do progresso tecnológico na produção da empresa. Mas como Hulten (2000) aponta, muitos fatores podem ser responsabilizados pela parte não explicada da função da produção da empresa. O

modelo multinível construído mostra que a inovação (e sua relação interdependente com a produtividade) é sistêmica e pode ser explicada pelas competências da empresa, pelas características setoriais e pelas instituições e formação de capital social, verificados por meio da inovação em produto no setor.

Percebe-se que a utilização da regressão multinível respondeu à problemática schumpeteriana da inovação sistêmica. O impacto da inovação em produto foi verificado na explicação da PTF das empresas. Diferenças setoriais igualmente são importantes na explicação das diferenças de produtividade e a inovação em produto agrega o papel das instituições e do capital social junto às empresas.

Desta forma, este artigo colabora com a discussão dos sistemas de inovação, cujo sistema mais próximo é o setorial e a definição de políticas públicas de inovação. Percebe-se que o papel do setor industrial, das instituições e do capital social devem ser levados em consideração, pois afetam as competências das empresas e a sua produtividade. Os setores que apresentaram ganhos de produtividade abaixo da média da indústria merecem uma análise aprofundada das suas características e os fatores que explicam o impacto menor do setor sobre as empresas. Por outro lado, os setores com ganhos adicionais de PTF em função das características setoriais são mais produtivos e competitivos e a política industrial pode sugerir incentivos econômicos para a inserção internaional da economia brasileira.

## Anexos:

### **A - Definição das variáveis**

A variável percentual de trabalhadores com terceiro grau é calculada pelo percentual de trabalhadores (PO – pessoal ocupado) com o curso superior completo em razão do número total de trabalhadores da empresa. A renda média do trabalhador é o valor médio em Reais (R\$) de todos os trabalhadores da empresa, assim como o tempo médio de estudo dos trabalhadores. O tempo de emprego do trabalhador é o valor em anos de emprego na empresa, a experiência do trabalhador é o número total em anos de emprego do trabalhador. A mão-de-obra inovadora considerada é o percentual de ocupações envolvidas com atividades de P&D&I, como engenheiros e profissionais dedicados a P&D (como analistas e técnicos de P&D) construída pela equipe de estatística do IPEA por meio da definição de ocupações. O número de trabalhadores da empresa é apresentado como o número de contratos e o *share* da empresa é calculado pela participação da empresa no total de emprego do setor e no total da receita do setor (*Share receita*). Todas estas



variáveis pertencem a RAIS<sup>128</sup> no ano de 2005. Como cada empresa define os valores qualificações dos trabalhadores apresentados na RAIS, o número de trabalhadores dedicados a atividades de inovação, pesquisa e desenvolvimento pode estar subestimado, pois muitas empresas registram o trabalhador com denominações generalistas, como analista, este pode ser um profissional qualificado dedicado a atividades relacionadas com a inovação e ser registrado sem a qualificação precisa desta atividade.

A variável número de pedidos é relacionada ao número de pedidos de patentes depositados no INPI nos anos de 2005 e dois anos antes (2003 e 2004) para a empresa  $i$  do setor  $j$ .

O valor das exportações e das importações pertence a base da SECEX e diz respeito ao valor em dólares no ano de 2005.

A base PIA contribuiu com a definição de três variáveis. A participação de insumos internacionais na empresa foi calculada pelo valor das exportações da empresa (convertido pelo valor médio do câmbio em 2005<sup>129</sup>) dividido pela receita média (em reais) da empresa. A variável *turnover* foi calculada como o estoque de capital em máquinas e equipamentos da empresa no ano de 2005 em relação ao estoque total de capital. O estoque de capital na PIA é determinado pela somatória dos ativos (máquinas e equipamentos, instalações, outros ativos e perda de valor – depreciação).

### B – Modelo de regressão multinível em uma única equação

Com a introdução da equação (16) em (14), onde as variáveis trabalhadas no modelo estão definidas no vetor de variáveis ( $\mathbf{X}_{sij}$ ) – definida como  $PTF_{ij} = \alpha_0 + \alpha_s \mathbf{X}_{sij} + e_{ij}$ , cada parâmetro de (14) irá multiplicar (16), desta forma:

$$PTF_{ij} = (\beta_0 + \beta_1 Ino prod + e_j) + (\beta_0 + \beta_1 Ino prod + e_j) \mathbf{X}_{sij} + e_{ij} \quad (1)$$

$$PTF_{ij} = \beta_0 + \beta_1 Ino prod + e_j + \beta_0 \mathbf{X}_{sij} + \beta_1 Ino prod \mathbf{X}_{sij} + e_j \mathbf{X}_{sij} + e_{ij} \quad (2)$$

Reagrupando os termos, tem-se:

$$PTF_{ij} = \beta_0 + \beta_0 \mathbf{X}_{sij} + \beta_1 Ino prod + \beta_1 Ino prod \mathbf{X}_{sij} + e_j \mathbf{X}_{sij} + e_j + e_{ij} \quad (3)$$

O erro de (B3) pode ser expresso da seguinte forma:

$$\underbrace{r_j}_{\text{erro total}} = \underbrace{e_j}_{\text{erro do setor}} + \underbrace{e_{ij}}_{\text{erro da empresa}} \quad (4)$$

Obtêm-se:

$$\underbrace{PTF_{ij}}_{\text{PTF da empresa}} = \underbrace{\beta_0}_{\text{PTF média do setor}} + \underbrace{\beta_0 \mathbf{X}_{sij}}_{\text{efeito fixo da empresa}} + \underbrace{\beta_1 Ino prod + \beta_1 Ino prod \mathbf{X}_{sij}}_{\text{efeito fixo do setor}} + \underbrace{e_j \mathbf{X}_{sij}}_{\text{efeito aleatório}} + \underbrace{r_j}_{\text{erro total}} \quad (5)$$

## REFERÊNCIAS

AGHION, P; BLOMM, N; BLUNDELL, R; GRIFFITT, R; HOWITT, P (2005). Competition and innovation: an inverted-U relationship. The Quarterly Journal of Economics, volume 120, number 2, p. 701-728.

ANTONELLI, C (1999). The evolution of the industrial organization of the production of knowledge. Journal of Economics, volume 23, p. 243-260.

<sup>128</sup> O modelo ainda estimou o tempo de emprego médio e a experiência média (tempo de permanência do trabalhador na empresa) da base RAIS, todavia, estas variáveis não foram significativas na estimativa.

<sup>129</sup> O valor médio do câmbio utilizado foi de R\$ 2,41, de acordo com dados do IPEADATA e utilizado em outras estimativas do próprio IPEA.

ANTONELLI, C (2003). The economics of innovation, new technologies and structural change. London: Routledge.

ARAÚJO, BCPO de (2006). Análise empírica dos efeitos ex-post das exportações sobre a produtividade, emprego e renda das empresas brasileiras. Salvador: ANPEC, XXIV Encontro Nacional de Economia.

AUDRETSCH, DB; LEHMANN, EE; WARNING, S (2005). University spillovers and new firm location. Research Policy, volume 34, p. 1113-1122.

AUDRETSCH, DB; DOHSE, D (2007). Location: a neglected determinant of firm growth. Review of World Economics, volume 143, issue 1, p. 79-107.

BOTTAZZI, G; DOSI, G, LIPPI, M; PAMMOLLI, F; RICCABONI, M (2001). Innovation and corporate growth in the evolution of the drug industry. International Journal of Industrial Organization, volume 19, p. 1161-1187.

COOLEY, TF; QUADRINI, V (2001). Financial markets and firm dynamics. American Economic Review, volume 91, number 5, p. 1286-1310.

COLEMAN, JS (1988). Social capital in the creation of human capital. The American Journal of Sociology, volume 94 – Supplement: Organizations and Institutions: sociological and economic approaches to the analysis of social structure, p. S95-S120.

DIAMOND JR, A (2003). Zvi Griliche's contribution to the economics of technology and growth. Economic Innovation and New Technology, volume 03, p. 1-33.

DOSI, G (1982). Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and direction of the technical change. Research Policy, volume 11, p. 147-162.

DOSI, G (2006). Mudança técnica e transformação industrial: a teoria e uma aplicação à indústria dos semicondutores. Campinas: UNICAMP.

DOSI, G; LLERENA, P; LABINI, MS (2006). The relationships between science, technology and their industrial exploitation: an illustration through the myths and realities of the so-called 'European Paradox'. Research Policy, volume 35, p. 1450-1464.

ENCAOUA, D; HALL, BH; LAISNEY, F; MAIRESSE, J (2000). The economics and econometrics of innovation: overview. In: ENCAOUA, D; HALL, BH The economics and econometrics of innovation. Berlin: Springer, p. 1-29.

FELIPE, J; MCCOMBIE, JSL (2007). Is a theory of total factor productivity really needed? Metroeconomica, 58:2, p. 195-229.

GREENAWAY, D; KNELLER, R (2007). Industry differences in the effect of export market entry: learning by exporting? Review of World Economics, volume 143, number 3, p. 416-432.

GRILICHES, Z (1990). Patent statistics as economic indicators: a survey. Journal of Economic Literature, volume 28, p. 1661-1707.

HALL, B; MAIRESSE, J (2006). Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy. Economics of Innovation and New Technology, volume 15 (4-5), p. 289-299.

HSIAO, C (2003). Analysis of panel data. Cambridge: Cambridge University.

HULTEN, CR (2000). Total factor productivity: a short biography. Cambridge: NBER working paper 7471.

LANDESMANN, MA; STEHRER, R (2007). Income distribution, technical change and the dynamics of international economic integration. Metroeconomica, volume 58, number 1, p. 45-73.

KELLEY, M; HELPER, S (1999). Firm size and capabilities, regional agglomeration, and the adoption of new technology. Economics of Innovation and New Technology, volume 8, number 1, p. 79-103.

KIM, L (2005). Da imitação à inovação: a dinâmica do aprendizado tecnológico da Coréia. Campinas: UNICAMP.

KLEVORICK, AK; LEVIN, RC; NELSON, RR; WINTER, SG (1995). On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities. Research Policy, volume 24, p. 185-205.

KNACK, S; KEEFER, P (1997). Does social capital have an economic payoff? A cross-country investigators. The Quarterly Journal of Economics, volume 112, number 4, p. 1251-1288.

LAM, A (2004). Organizational innovation. In: FAGERBERG, J; MOWERY, D; NELSON, RR. Handbook of innovation. Oxford: Oxford University.

MALERBA, F. (2002) Sectoral systems of innovation and production. Research Policy, volume 31, p. 247-264.

MALERBA, F (2006). Innovation and the evolution of industries. Journal of Evolutionary Economics, volume 16, p. 3-26.

MANKIW, NG; ROMER, D; WEIL, DN (1992). A contribution to the empirics of economic growth. The Quarterly Journal of Economics, volume 107, number 2, p. 407-437.

MARTIN, S; SCOTT, JT (2000). The nature of innovation failure and the design of public support for private innovation. Research Policy, number 29, p. 437-447.

MOWERY, DC; ROSENBERG, N (2005). Trajetórias da inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX. Campinas: Unicamp.

MULDER, P; GROOT, HLF de; HOFKES, MW (2001). Economic growth and technological change: a comparison of insights from a neo-classical and an evolutionary perspective. Technological Forecasting and Social Changes, volume 68, p. 151-171.

NEGRI, JA; SALERMO, MS; CASTRO, AB de (2005). Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. In: NEGRI, JA; SALERMO, MS. Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras. Brasília: IPEA, p. 5-46.

NEGRI, F de (2006). Determinantes da capacidade de absorção das firmas brasileiras: qual a influência do perfil da mão-de-obra? In: DE NEGRI, JA; DE NEGRI, F; COELHO, D. Tecnologia, exportação e emprego. Brasília: IPEA.

NELSON, RR (2006). As fontes do crescimento econômico. Campinas: UNICAMP.

NELSON, RR; WINTER, SG (2002). Evolutionary theorizing in economics. Journal of Economics Perspectives, volume 16, number 2, p. 33-46.

NELSON, RR; SAMPAT, BN (2001). Making sense of institutions as a factor shaping economic performance. Journal of Economic Behavior & Organization, volume 44, p. 31-54.

OCDE (2001). Measuring productivity – OECD manual: measurement of aggregate and industry-level productivity growth. Paris: OCDE.

PUTNAM, R (2001). Social capital: measurement and consequences. Paris: OECD.

RAUDENBUSH, SW; BRYK, AS (2002). Hierarchical linear models: application and data analysis methods. London: Sage.

ROMER, D (2001). Advanced macroeconomics. New York: McGraw Hill.

SOLOW, RM (1956). A contribution to the theory of economic growth. The Quarterly Journal of Economics, volume 70, number 1, p. 65-94.

TEECE, DJ; PISANO, G; SHUEN, A (1997). Dynamic capabilities and strategic management. Strategic Management Journal, volume 18:7, p. 509-533.

VAKRATSAS, D; MA, Z (2009). Firm adaptiveness and performance heterogeneity: the caso of sales-advertising dynamics in an envolving product market. Journal of Evolutionary Economics, volume 19, p. 21-40.

## 2. CONCLUSÃO GERAL

Esta tese considerou o papel dos sistemas setoriais de inovação na indústria brasileira. Cada artigo contribuiu com o amadurecimento deste objeto gerando conclusões específicas desde a análise da literatura até a definição de um modelo empírico que verificasse a contribuição dos setores na capacidade de inovação e impactasse a produtividade das empresas.

Neste sentido, esta conclusão visa reforçar os principais pontos identificados ao longo desta pesquisa, sem repetir as conclusões de cada artigo. Novas dúvidas e pontos de interrogação surgiram ao longo das considerações verificadas. Portanto, novos estudos são também sugeridos para enriquecer a discussão da teoria schumpeterina do progresso tecnológico e da inovação na economia.

A idéia de que os sistemas setoriais de inovação são importantes na economia é reforçada pela hipótese de que a inovação é sistêmica e não depende de apenas uma gente econômico.

Verificou-se nesta pesquisa que a inovação depende de uma ampla rede de atores econômicos e sociais. A empresa só se torna inovadora quando consegue interagir com atores sociais que promovem o conhecimento tecnológico e a inovação. Governo, universidades, centros de pesquisa, ensaios e testes são exemplos considerados no modelo empírico. Os resultados encontrados mostram que tais instituições são importantes para a explicação da produtividade das empresas em alguns setores, todavia, em alguns setores não.

As diferenças de produtividade e as diferenças da explicação do papel de características setoriais e institucionais na explicação da produtividade das empresas reforçam a hipótese schumpeteriana de heterogeneidade dos agentes econômicos.

Tal heterogeneidade advém de diferenças microeconômicas (como a formação do capital humano, a presença de comércio internacional, a promoção de P&D&I, entre outras) das empresas e principalmente, tais diferenças nascem e reforçam as diferenças setoriais e institucionais da economia. As empresas e os

setores se relacionam de formas diferentes com as instituições dedicadas à inovação e a geração, difusão e uso do conhecimento tecnológico.

Em relação às diferenças institucionais, percebe-se que o papel das instituições na promoção das inovações varia conforme a capacidade do setor de se relacionar com estes agentes. Esta relação, denominada de capital social, mostra que o estabelecimento de contatos, parcerias e de cooperações entre as empresas e as instituições é fundamental para a geração de inovações, para o aprendizado tecnológico e como consequência, a verificação do impacto na produtividade das empresas frente ao desenvolvimento de inovações depende deste tipo de capital na economia que é formado fora do mercado (ou pelo menos não somente no mercado).

A utilização do modelo de regressão multinível identificou a relação entre as características setoriais, institucionais e formação de capital social na explicação de diferenças de produtividade entre as empresas industriais brasileiras, no ano de 2005, em função das competências do processo de inovação das empresas. Estas diferenças são reforçadas por características setoriais.

A formação de capital social e o impacto das instituições variam por setor industrial. Desta forma, não somente os setores mais eficazes na dinâmica de inovação e produtividade foram identificados, mas também, foram identificados gargalos setoriais. Tais conclusões reforçam a idéia de que as políticas públicas de promoção da inovação devem estabelecer canais de interação com as instituições, estímulo à formação de capital social e principalmente, estabelecer um vínculo com a Política Industrial.

O planejamento estrutural da economia perdeu força nas últimas décadas. A idéia de *rent seeking* reforçou o esgotamento das políticas econômicas dedicadas a estimular os setores industriais. Taxadas de protecionistas e retrógradas, elas estiveram ligadas historicamente ao processo de substituição de importações no Brasil. Todavia, o adensamento da cultura inovadora não é apenas um fator microeconômico, mas depende de conexões e atores sociais, o que forma a necessidade de regulação e formação de um ambiente amigável ao processo de inovação e progresso tecnológico.

As políticas públicas esbaram na centralização dos gastos em P&D na esfera governamental, com destaque para as universidades públicas. A falta de participação do setor privado, a concentração de alguns setores na dinâmica industrial e de algumas empresas setorialmente no processo de inovação mostram que o Brasil ainda precisa avançar na definição de uma agenda de promoção da inovação e aproximação da fronteira tecnológica mundial.

Historicamente, o Brasil vive um novo desafio de internacionalização de sua economia. O estímulo ao conhecimento tecnológico e a inovação estão no centro das atenções. Cabe ao país definir metas, incentivos e prioridades para a inovação neste novo contexto, sem repetir o protecionismo do passado, mas sem perder o controle do planejamento econômico da geração de conhecimento, chave do crescimento e do desenvolvimento econômico do século XXI.

Como sugestão, este estudo visualiza a necessidade de aprofundamento dos modelos de estímulo à inovação sistêmica em outros países, geralmente presentes na rubrica de sistemas de inovação. O entendimento das experiências e do processo de desenvolvimento destes sistemas ajudará na definição de um modelo nacional de desenvolvimento científico, tecnológico e da cultura de inovação no Brasil, fato verificado em alguns setores e que levanta a seguinte pergunta: vale a pena, do ponto de vista do crescimento e do desenvolvimento econômico, alicerçados no progresso tecnológico e nas inovações, incentivar alguns setores mais dinâmicos ou a política pública deve ser horizontalista e privilegiar os pontos fortes e principalmente, os pontos fracos dos setores da indústria brasileira?

Esta questão não se esgota. Esta pesquisa contribuiu com este debate ao lançar luzes sobre o exame empírico das diferenças de produtividade e inovação na indústria e nas empresas. Fatores institucionais e macroeconômicos podem contribuir com esta reflexão, assim como a análise dos demais sistemas de inovação, como o nacional, tecnológico e o regional.

O ponto de partida destas análises é o fato de que a inovação sistêmica depende de diversos atores econômicos e sociais. Estudos mais precisos sobre estes atores e o capital social estabelecido entre os mesmos é promissor, conforme os resultados apurados, assim como a análise das instituições envolvidas no processo de inovação. Ou seja, a principal conclusão desta pesquisa reside na definição de que a inovação e o ganho de produtividade, apesar de não se analisar o



sentido da causalidade entre estes, dependem do setor, das instituições e do capital social, além das competências da empresa.